

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

11.8.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 7月 7日

REC'D 30 SEP 2004

WIPO

PCT

出願番号
Application Number: 特願2003-271418

[ST. 10/C]: [JP2003-271418]

出願人
Applicant(s): 日本精工株式会社
NSKステアリングシステムズ株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願
【整理番号】 NSK030775
【提出日】 平成15年 7月 7日
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿
【国際特許分類】 B62D 5/04
【発明者】
【住所又は居所】 群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 NSKステアリングシステムズ株式会社内
【氏名】 力石 一穂
【特許出願人】
【識別番号】 000004204
【氏名又は名称】 日本精工株式会社
【特許出願人】
【識別番号】 302066629
【氏名又は名称】 NSKステアリングシステムズ株式会社
【代理人】
【識別番号】 100087457
【弁理士】
【氏名又は名称】 小山 武男
【選任した代理人】
【識別番号】 100120190
【弁理士】
【氏名又は名称】 中井 俊
【選任した代理人】
【識別番号】 100056833
【弁理士】
【氏名又は名称】 小山 欽造
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 035183
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0117920

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

ウォームホイールと、ウォーム軸と、弾力付与手段とを備え、このウォーム軸は、ギヤハウジングに対し回転及び揺動変位を自在に支持されると共に、中間部に設けたウォームを上記ウォームホイールと噛合させるものであり、上記弾力付与手段は、上記ウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものであり、このウォーム軸の揺動中心軸を、このウォーム軸の中心軸上から上記ウォームホイール側に離れた位置に、このウォームホイールの中心軸と平行に設けたウォーム減速装置。

【請求項2】

ウォーム軸のウォームとウォームホイールとのピッチ円の交点を含み、このウォーム軸の中心軸と平行な直線上の1点を通る、このウォームホイールの中心軸と平行な軸を、上記ウォーム軸の揺動中心軸とした、請求項1に記載したウォーム減速装置。

【請求項3】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダを、ギヤハウジングに対し揺動変位を自在に支持した、請求項1又は請求項2に記載したウォーム減速装置。

【請求項4】

ウォーム軸の軸方向に関して、このウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの電動モータ側の軸受と、このウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部との間に、このウォーム軸の揺動中心軸を設けた、請求項1～3の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項5】

ウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部に関して、このウォーム軸の揺動中心軸と反対側に、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設けた、請求項1～4の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項6】

ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、このギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を自在に支持しており、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に弾性材を設けた、請求項1～5の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項7】

ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、このギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を自在に支持しており、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に少なくとも一部が弾性材である弾性リングを設けると共に、上記ウォーム軸の揺動中心軸の径方向に関するこの弾性リングの剛性を円周方向で異ならせた、請求項1～5に記載したウォーム減速装置。

【請求項8】

ウォーム軸と電動モータの回転軸との間に、このウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設けた、請求項1～4の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項9】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダとギヤハウジングとの間に、上記ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設けた、請求項1～4の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項10】

ウォーム軸の両端寄り部分を支持する1対の軸受のうちのこのウォーム軸の揺動中心軸から離れた一方の軸受と、ギヤハウジングとの間に弾性材を設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を自在とした、請求項1～9の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項11】

ウォーム軸の両端寄り部分を支持する1対の軸受のうちの揺動中心軸から離れた一方の軸受とギヤハウジングとの間に、少なくとも一部が弾性材製である第二の弾性リングを設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を自在とすると共に、この第二の弾性リングの剛性を、このウォーム軸の揺動変位方向に関するものと、別の方向に関するものとで異ならせた、請求項1～9の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項12】

一方の軸受とギヤハウジングとの間に設けた弾性材又は第二の弾性リングに、ウォーム軸の揺動変位を規制する為のストッパ部を設けた、請求項10又は請求項11に記載したウォーム減速装置。

【請求項13】

電動モータの回転軸とウォーム軸とを弾性材を介して連結した、請求項1～12の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項14】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダと、ギヤハウジングとの間にグリースを充填した、請求項1～13の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項15】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダをマグネシウム合金製とした、請求項1～14の何れかに記載したウォーム減速装置。

【請求項16】

後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオン又はこのピニオンに支持した部材と噛合させたラックと、請求項1～15の何れかに記載したウォーム減速装置と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方向と大きさとを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備え、ウォームホイールを、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラックに噛合するサブピニオンとのうちの何れかの部材に固定した電動式パワーステアリング装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ウォーム減速装置及び電動式パワーステアリング装置

【技術分野】

【0001】

この発明に係るウォーム減速装置及び電動式パワーステアリング装置は、例えば、自動車の操舵装置に組み込み、電動モータの出力を補助動力として利用する事により、運転者がステアリングホイールを操作する為に要する力の軽減を図るものである。

【背景技術】

【0002】

操舵輪（フォークリフト等の特殊車両を除き、通常は前輪）に舵角を付与する際に運転者がステアリングホイールを操作する為に要する力の軽減を図る為の装置として、パワーステアリング装置が広く使用されている。又、この様なパワーステアリング装置で、補助動力源として電動モータを使用する電動式パワーステアリング装置も、近年普及し始めている。電動式パワーステアリング装置は、油圧式のパワーステアリング装置に比べて小型・軽量にでき、補助動力の大きさ（トルク）の制御が容易で、しかもエンジンの動力損失が少ない等の利点がある。図23は、この様な電動式パワーステアリング装置の、従来から知られている基本構成を略示している。

【0003】

ステアリングホイール1の操作に基づいて回転するステアリングシャフト2の中間部には、このステアリングホイール1からこのステアリングシャフト2に加えられるトルクの方向と大きさとを検出するトルクセンサ3と、減速機4とを設けている。この減速機4の出力側は上記ステアリングシャフト2の中間部に結合し、同じく入力側は電動モータ5の回転軸に結合している。又、上記トルクセンサ3の検出信号は、車速を表す信号と共に、上記電動モータ5への通電を制御する為の制御器6に入力している。又、上記減速機4として従来から、大きなリード角を有し、動力の伝達方向に関して可逆性を有するウォーム減速装置を、一般的に使用している。即ち、回転力受取部材であるウォームホイールを上記ステアリングシャフト2の中間部に固定すると共に、回転力付与部材であり上記電動モータ5の回転軸に結合固定したウォーム軸のウォームを、上記ウォームホイールと噛合させている。

【0004】

操舵輪14に舵角を付与する為、上記ステアリングホイール1を操作し、上記ステアリングシャフト2が回転すると、上記トルクセンサ3がこのステアリングシャフト2の回転方向とトルクとを検出し、その検出値を表す信号を上記制御器6に送る。するとこの制御器6は、上記電動モータ5に通電して、上記減速機4を介して上記ステアリングシャフト2を、上記ステアリングホイール1に基づく回転方向と同方向に回転させる。この結果、上記ステアリングシャフト2の先端部（図23の下端部）は、上記ステアリングホイール1から付与された力に基づくトルクよりも大きなトルクで回転する。

【0005】

この様なステアリングシャフト2の先端部の回転は、自在継手7、7及び中間シャフト8を介してステアリングギヤ9の入力軸10に伝達される。この入力軸10は、上記ステアリングギヤ9を構成するピニオン11を回転させ、ラック12を介してタイロッド13を押し引きし、操舵輪14に所望の舵角を付与する。上述した説明から明らかに、上記ステアリングシャフト2の先端部から自在継手7を介して中間シャフト8に伝達されるトルクは、上記ステアリングホイール1から上記ステアリングシャフト2の基端部（図23の上端部）に加えられるトルクよりも、上記電動モータ5から減速機4を介して加えられる補助動力分だけ大きい。従って、上記操舵輪14に舵角を付与する為に運転者が上記ステアリングホイール1を操作する為に要する力は、上記補助動力分だけ小さく済む様になる。

【0006】

上述した様な従来から一般的に使用されている電動式パワーステアリング装置の場合、

電動モータ5とステアリングシャフト2との間に設ける減速機4として、ウォーム減速機を使用している。但し、このウォーム減速機には不可避のバックラッシュが存在する。このバックラッシュは、上記ウォーム減速装置の構成部材である、ウォーム軸と、ウォームホイールと、これら各部材を支持する為の軸受等の寸法誤差や、組み付け誤差が大きくなる程大きくなる。そして、大きなバックラッシュが存在すると、上記ウォームホイールとウォームとの歯面同士が強く衝合して、耳障りな歯打ち音が発生する可能性がある。例えば、路面が荒れている等により、車輪側からステアリングシャフト2に振動荷重が加わると、上記バックラッシュの存在により、耳障りな歯打ち音が発生する。又、上記ウォームホイールとウォームとの歯面同士が衝合する事により、ステアリングホイールを操舵する際の操舵感が悪化する。

【0007】

これに対して、上記ウォーム減速機の各構成部材を、寸法精度を考慮しつつ適切に組み合わせる事により、上記バックラッシュを小さくする事も考えられる。但し、この様にしてバックラッシュを小さくする場合には、寸法精度の管理や組立作業が面倒になる為、コストの増大を招く原因となる。しかも、近年は、上記補助動力を大きくする傾向にある為、上記ウォームホイールとウォームとの歯面での摩耗が増大して、上記バックラッシュが発生し易くなっている。この様なバックラッシュに基づく歯打ち音は、自動車の車室内空間に漏れると、乗員に不快感を与える。

【0008】

特許文献1には、この様な事情に鑑みて、上記バックラッシュを小さくする事を考慮したウォーム減速装置が記載されている。このウォーム減速装置は、図24～25に示す様に、電動モータ16と共に、電動式パワーステアリング装置に組み込んで、ステアリングシャフト15に加わる操舵トルクに応じて発生させた上記電動モータ16の出力をウォーム減速装置17で減速する事により得た補助トルクを、上記ステアリングシャフト15に付与する。この為に、このステアリングシャフト15の一部に上記ウォーム減速装置17を構成するウォームホイール18を外嵌固定すると共に、このウォームホイール18にウォーム軸19のウォーム20を噛合させている。このウォーム軸19の両端部は、ギヤハウジング21の内側に、1対の転がり軸受22a、22bにより、回転自在に支持している。又、上記ウォーム軸19の基端部（図24の左端部）を、この電動モータ16の回転軸23の一端部（図24の右端部）に連結している。

【0009】

又、上記ウォーム軸19の先端部（図24の右端部）の外周面と、上記ギヤハウジング21に設けた凹孔24の内周面との間に、上記1対の転がり軸受22a、22bのうちの一方の転がり軸受22bと弾力付与手段25とを設けている。この弾力付与手段25は、それぞれが金属製である内径側円筒部26及び外径側円筒部27と、これら両円筒部26、27同士を連結した、ゴム又は合成樹脂製の円輪部28とから成る。又、上記内径側円筒部26を、上記外径側円筒部27に対し、上記ウォームホイール18側に偏心させている。そして、上記凹孔24に、上記弾力付与手段25の外径側円筒部27を内嵌固定すると共に、上記内径側円筒部26の内側に固定した一方の転がり軸受22bの内輪133に、上記ウォーム軸19の先端部を内嵌固定している。この構成により、上記ウォーム軸19の先端部に、上記ウォームホイール18に向かう方向（図24、25の上向）の弾力が付与され、上記ウォーム軸19がこのウォームホイール18側に揺動変位する。

【0010】

この様な特許文献1に記載されたウォーム減速装置によれば、ウォーム軸19とウォームホイール18との噛合部に存在するバックラッシュを或る程度小さく抑える事ができる為、この噛合部での歯打ち音の発生を或る程度抑える事ができる。

【0011】

特許文献1に記載されたウォーム減速装置の場合には、ウォーム軸19をギヤハウジング21に対し揺動変位を自在に支持している。但し、このウォーム軸19の揺動変位の中心軸を、このウォーム軸19の基端部を支持する為の転がり軸受22aの中心等の、この

ウォーム軸 19 の中心軸上の点を通る位置に設けている場合には、図示しないステアリングホイールの両回転方向での戻りに差が生じると言った問題がある。又、運転者がこのステアリングホイールを操作するのに要する力の両回転方向での差が大きくなると言った問題もある。この理由に就いて、以下に説明する。

【0012】

図 26 (a) (b) に示す様に、電動モータ 16 (図 24 参照) によりウォーム軸 19 を回転駆動し、このウォーム軸 19 からウォームホイール 18 に駆動力を伝達する場合を考える。又、図 26 (a) と図 26 (b) とでは、上記電動モータ 16 を、逆方向に同じ大きさで回転駆動する。又、図 26 (a) (b) では、上記ウォーム軸 19 とウォームホイール 18 との軸角を 90 度とする。この状態では、これらウォーム軸 19 のウォームとウォームホイール 18 との歯面が、これらウォーム軸 19 とウォームホイール 18 との中心軸に対し捻れていると共に、これら歯面に圧力角が存在する。この為、このウォームホイール 18 から上記ウォーム軸 19 に、このウォーム軸 19 の軸方向及び径方向と、上記ウォームのピッチ円の接線方向との 3 方向の成分の分力 F_{a1} 、 F_{r1} 、 F_{u1} を有する反力が加わる。

【0013】

又、これら各分力 F_{a1} 、 F_{r1} 、 F_{u1} のうち、上記ウォーム軸 19 の軸方向の分力 F_{a1} は、このウォーム軸 19 から上記ウォームホイール 18 に、このウォームホイール 18 のピッチ円の接線方向に加わる分力 F_{u2} と、逆方向で同じ大きさになる。又、上記ウォーム軸 19 の径方向の分力 F_{r1} は、このウォーム軸 19 から上記ウォームホイール 18 に、このウォームホイール 18 の径方向に加わる分力 F_{r2} と、逆方向で同じ大きさになる。又、上記ウォームの接線方向の分力 F_{u1} は、上記ウォーム軸 19 から上記ウォームホイール 18 に、このウォームホイール 18 の軸方向に加わる分力 F_{a2} と、逆方向で同じ大きさになる。そして、上記ウォーム軸 19 に上記径方向の分力 F_{r1} が加わった場合でも、このウォーム軸 19 のウォームとウォームホイール 18 との歯面同士が離隔しない様にする為に、弾力付与手段 25 (図 24、25) により、上記ウォーム軸 19 に上記ウォームホイール 18 に向かう方向の適切な大きさの弾力を付与する。

【0014】

又、上記ウォームホイール 18 から上記ウォーム軸 18 に加わる反力は、このウォーム軸 19 の中心軸上からこのウォームホイール 18 側へずれた、このウォーム軸 19 のウォームとこのウォームホイール 18 との噛合部で作用する。この為、このウォーム軸 19 の揺動中心をこのウォーム軸 19 の中心軸を通る位置に設けている場合には、上記軸方向の分力 F_{a1} により、このウォーム軸 19 に、この揺動中心をその中心とするモーメントが作用する。又、このモーメントの方向は、上記ウォーム軸 19 が両方向に回転する場合に逆になる。これに就いて、図 27、28 を用いて、更に詳しく説明する。

【0015】

図 27、28 に示す様に、ウォーム軸 19 の基端部 (図 27、28 の左端部) を転がり軸受 22a により、図示しない固定の部分に、回転及びこの転がり軸受 22a の中心 o をその中心とする若干の揺動変位を自在に支持する場合を考える。又、上記ウォーム軸 19 を、図 27 に示す場合と図 28 に示す場合とで互いに逆方向に同じ大きさで回転駆動する。この様な状態では、このウォーム軸 19 のウォームとこのウォームホイール 18 との噛合部で、このウォーム軸 19 の軸方向に関して、図 27 に示す場合と図 28 に示す場合とで逆方向の反力 F_{a1} が、このウォームホイール 18 からこのウォーム軸 19 に加わる。又、上記噛合部と上記ウォーム軸 19 の揺動中心 o との、このウォーム軸 19 の径方向に関する距離を d_{19} とした場合に、 $d_{19} \cdot F_{a1}$ なる大きさを有するモーメント M が、上記ウォーム軸 19 に作用する。このモーメント M の方向は、図 27 に示す場合と図 28 に示す場合とで、互いに逆になる。そして、上記噛合部と上記ウォーム軸 19 の揺動中心 o との、このウォーム軸 19 の軸方向に関する距離を L_{19} とした場合に、 M / L_{19} の大きさの力 F_{\square} が、上記噛合部でこのウォーム軸 19 の径方向に作用する。又、この力 F_{\square} の作用方向は、図 27 に示す場合と図 28 に示す場合とで、互いに逆になる。この為、上記噛合部で

上記ウォームホイール18から上記ウォーム軸19に径方向に作用する、上記モーメントMを考慮した実際の力 F_{r1}' の大きさは、ウォームホイール18が、図27に示す、一方に回転する場合に小さく ($F_{r1}' = F_{r1} - F_m$) なり、図28に示す、他方向に回転する場合に大きく ($F_{r1}' = F_{r1} + F_m$) なる。

【0016】

この様に、上記ウォーム軸19に上記噛合部で径方向に作用する実際の力 F_{r1}' が大きくなる、上記ウォームホイール18が他方向に回転する場合（図28に示す場合）には、上記ウォーム軸19のウォームの歯面が上記ウォームホイール18の歯面から離隔し易くなる。一方、これら歯面同士が押し付け合う力を大きくすると、上記ウォームホイール18及びウォーム軸19の回転トルクが増大する。この様な事情から、このウォーム軸19に弾力付与手段により付与する弾力は、上記ウォームホイール18が他方向に回転する場合に、上記歯面同士を離隔させない事と、これら各歯面同士が押し付け合う力を過大にしない事との両立を図る事を考慮して、適切な所定値に設定する必要がある。但し、この様に上記弾力を設定した場合でも、上記ウォームホイール18が一方向に回転する場合には、上記各歯面同士が押し付け合う力が過大になる事が避けられない。この為、自動車を旋回走行から直進走行に戻す際の、ステアリングホイールが中立状態に戻る、戻り性能が一方向で悪化したり、運転者がこのステアリングホイールを回転させるのに要する力が一方で過大になり、これら戻り性能や力の、このステアリングホイールの両回転方向での差が大きくなると言った問題が生じる。

【0017】

【特許文献1】特開2001-322554号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明は、この様な事情に鑑みて、ウォーム軸とウォームホイールとの噛合部での歯打ち音の発生を抑えるべく、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する構造で、このウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態迄回転する戻り性能の、両回転方向での差を抑えるべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

請求項1に記載した本発明のウォーム減速装置は、ウォームホイールと、ウォーム軸と、弾力付与手段とを備える。

このうちのウォーム軸は、ギヤハウジングに対し回転及び揺動変位を自在に支持されると共に、中間部に設けたウォームを上記ウォームホイールと噛合させるものである。

又、上記弾力付与手段は、上記ウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものである。

又、上記ウォーム軸の揺動中心軸は、このウォーム軸の中心軸上からこのウォームホイール側にずれた位置に、このウォームホイールの中心軸と平行に設けている。

【0020】

上述の様な本発明のウォーム減速装置の場合、弾力付与手段により、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与している為、これらウォームホイールとウォーム軸のウォームとの噛合部に予圧を付与する事ができ、この噛合部での耳障りな歯打ち音の発生を抑える事ができる。しかも、本発明の場合には、上記ウォーム軸の揺動中心軸を、このウォーム軸の中心軸上からこのウォームホイール側にずれた位置に、このウォームホイールの中心軸と平行に設けている。この為、このウォーム軸からこのウォームホイールに駆動力を伝達する際に、このウォームホイールからこのウォーム軸に、このウォーム軸の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸に発生するモーメントを小さく若しくは0にできる。従って、上記ウォームホイールから上記ウォーム軸に加わる径方向の反力が、このモーメントの影響により変動するのを抑える事が

できる。従って、上記ウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態巡回転する戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。この結果、上述の様な本発明のウォーム減速装置を組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合には、ステアリングホイールを回転させるのに要する力やこのステアリングホイールの戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明のウォーム減速装置及び電動式パワーステアリング装置は、以上の様に構成され作用する為、ウォーム軸とウォームホイールとの噛合部での歯打ち音の発生を抑えるべく、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する構造で、上記ウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態巡回転する戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

又、好ましくは、請求項2に記載した様に、上記ウォーム軸のウォームと上記ウォームホイールとのピッチ円の交点を含み、このウォーム軸の中心軸と平行な直線上の1点を通る、このウォームホイールの中心軸と平行な軸を、上記ウォーム軸の揺動中心軸とする。

【0023】

この構成により、上記ウォーム軸から上記ウォームホイールに駆動力を伝達する際に、このウォームホイールからこのウォーム軸に、このウォーム軸の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸にモーメントが発生する事をなくす（0にする）事ができる。この為、上記ウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態巡回転する戻り性能の、両回転方向での差をなくす事ができる。

【0024】

又、好ましくは、請求項3に記載した様に、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダを、上記ギヤハウジングに対し揺動変位を自在に支持する。

【0025】

この様に構成すれば、上記一方の軸受として、従来から一般的に使用しているものを使用しつつ、この一方の軸受をギヤハウジングに対し揺動変位を自在に支持でき、コストの上昇を抑える事ができる。

【0026】

更に好ましくは、請求項4に記載した様に、上記ウォーム軸の軸方向に関して、このウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの電動モータ側の軸受と、このウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部との間に、このウォーム軸の揺動中心軸を設ける。

【0027】

この様に構成すれば、ウォーム軸の電動モータ側の端部の揺動変位量を少なくしつつ、このウォーム軸のウォームとウォームホイールとの噛合部に大きな予圧を付与する事ができ、この噛合部での耳障りな歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0028】

更に好ましくは、請求項5に記載した様に、上述の請求項1～4の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部に関して、このウォーム軸の揺動中心軸と反対側に、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設ける。

【0029】

この様に構成すれば、弾力付与手段を構成する弾性体の弾性変形量を大きくでき、上記ウォーム軸に付与する弾力の大きさを調節し易くできる。

【0030】

更に好ましくは、請求項6に記載した様に、上述の請求項1～5の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、上記ギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を自在に支持すると共に、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に弾性材を設ける。

【0031】

この様に構成すれば、ウォーム軸の回転トルクを徒に増大させる事なく、上記噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。即ち、ウォーム軸をギヤハウジングに対し軸方向に対する変位を不能として支持している場合には、ウォームホイールに回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸が回転運動し易くなる。又、このウォーム軸には慣性モーメントが大きい電動モータの回転軸を連結する為、上記ウォームホイールの回転振動に基づき、このウォーム軸のウォームと上記ウォームホイールとの歯面同士の間で伝達される力が大きくなる。そうすると、この力が加わった場合でも、これら両歯面同士が離れない様にする為には、上記弾力を大きくする必要があるが、この弾力が過大になった場合には、上記ウォーム軸の回転トルクが徒に増大する。これに対して、請求項6に記載したウォーム減速装置によれば、上記ウォームホイールに回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸を軸方向に変位し易くでき、このウォーム軸を回転運動しにくくできる。この為、上記両歯面同士の間で伝達される力を小さくできる。この結果、上記ウォーム軸の回転トルクを徒に増大させる事なく、これら両歯面同士が離れる事を防止でき、上記歯打ち音の発生を抑える事ができる。更に、これら両歯面同士の衝合に基づく振動を、上記ギヤハウジングに伝達しにくくでき、この振動に基づく異音の発生を抑える事ができる。

【0032】

又、好ましくは、請求項7に記載した様に、上述の請求項1～5に記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、上記ギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を自在に支持しており、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に少なくとも一部が弾性材である弾性リングを設けると共に、上記ウォーム軸の揺動軸の径方向に関する上記弾性リングの剛性を、円周方向で異ならせる。

【0033】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸の軸方向に関する上記弾性リングの剛性を低くする事により、この弾性リング全体の必要とする剛性を確保しつつギヤハウジングに対し上記ウォーム軸を軸方向に変位し易くできる。従って、このウォーム軸の回転トルクが増大するのを、より効果的に抑える事ができる。

【0034】

又、好ましくは、請求項8に記載した様に、上述の請求項1～4の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸と電動モータの回転軸との間に、このウォーム軸に上記ウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設ける。

【0035】

この様に構成すれば、異音の発生を抑えつつ、ウォーム軸の電動モータ側の端部を支持する為の一方の軸受として、軸方向隙間が比較的大きい、深溝型の玉軸受を使用でき、コストの低減を図れる。

【0036】

又、好ましくは、請求項9に記載した様に、上述の請求項1～4の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダと上記ギヤハウジングとの間に、上記ウォーム軸に上記ウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設ける。

【0037】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸と電動モータの回転軸とを連結して成る部分の全

長を大きくする事なく、このウォーム軸のウォームと上記ウォームホイールとの噛合部に予圧を付与できる。

【0038】

又、好ましくは、請求項10に記載した様に、上述の請求項1～9の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を支持する1対の軸受のうちの上記揺動中心軸から離れた一方の軸受と、上記ギヤハウジングとの間に弾性材を設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を自在とする。

【0039】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの噛合部での歯打ち音の発生抑制効果を損なう事なく、このウォーム軸の電動モータと反対側の端部と、この端部を支持する一方の軸受とが衝合する事による異音の発生を防止できる。

【0040】

又、好ましくは、請求項11に記載した様に、上述の請求項1～9の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を支持する1対の軸受のうちのこのウォーム軸の揺動中心軸から離れた一方の軸受と上記ギヤハウジングとの間に、少なくとも一部が弾性材製である第二の弾性リングを設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を自在とすると共に、この第二の弾性リングの剛性を、このウォーム軸の揺動変位方向に関するものと、別の方向に関するものとで異ならせる。

【0041】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸が不用意な方向に変位する事を防止しつつ、上記ウォームホイール側へのこのウォーム軸の変位をより行ない易くして、このウォーム軸のウォームとこのウォームホイールとの噛合部での歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0042】

又、好ましくは、請求項12に記載した様に、上述の請求項10又は請求項11に記載したウォーム減速装置に於いて、上記一方の軸受とギヤハウジングとの間に設けた弾性材又は第二の弾性リングに、上記ウォーム軸の揺動変位を規制する為のストップ部を設ける。

【0043】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸が過度に揺動変位するのを防止できる。

【0044】

又、好ましくは、請求項13に記載した様に、上述の請求項1～12の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記電動モータの回転軸とウォーム軸とを弾性材を介して連結する。

【0045】

この様に構成すれば、上記電動モータの回転軸とウォーム軸との間で、回転振動を伝達しにくくできる。

【0046】

又、好ましくは、請求項14に記載した様に、上述の請求項1～13の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダと、上記ギヤハウジングとの間にグリースを充填する。

【0047】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸とウォームホイールとの間で駆動力を伝達する際に、このウォームホイールからこのウォーム軸に加わる反力に基づき、このウォーム軸がこのウォームホイールから離れる傾向となった場合に、上記軸受ホルダを揺動変位しにくくできる。しかも、上記駆動力が大きくなり、上記反力が大きくなると、上記ウォーム軸が上記ウォームホイールから離れる速度が大きくなる傾向となるが、この場合には、上記グリースの粘性抵抗も大きくなる為、上記軸受ホルダの揺動変位を抑える事ができる。

の為、上記ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの歯面同士が離れる事を防止し易くできる。

【0048】

又、好ましくは、請求項15に記載した様に、上述の請求項1～14の何れかに記載したウォーム減速装置に於いて、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダを、マグネシウム合金製とする。

【0049】

この様に構成すれば、上記ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの歯面同士の衝合によりこのウォーム軸に発生する振動を、上記軸受ホルダで吸収し易くできる為、上記ギヤハウジングに迄この振動を伝達しにくくできる。

【実施例1】

【0050】

図1～7は、請求項1～5、16に対応する、本発明の実施例1を示している。本例の電動式パワーステアリング装置は、後端部にステアリングホイール1を固定したステアリングシャフト2と、このステアリングシャフト2を挿通自在なステアリングコラム29と、このステアリングシャフト2に補助トルクを付与する為のウォーム減速装置30と、このステアリングシャフト2の前端側に設けたピニオン11（図23参照）と、このピニオン11又はこのピニオン11に支持した部材と噛合させたラック12（図23参照）と、トルクセンサ3（図23参照）と、電動モータ31と、制御器6（図23参照）とを備える。

【0051】

このうちのステアリングシャフト2は、アウターシャフト32と、インナーシャフト33とを、スプライン係合部により、回転力の伝達自在に、且つ軸方向に関する変位を可能に組み合わせて成る。又、本例の場合には、上記アウターシャフト32の前端部とインナーシャフト33の後端部とをスプライン係合させると共に、合成樹脂を介して結合している。従って、上記アウターシャフト32とインナーシャフト33とは、衝突時にはこの合成樹脂を破断させて、全長を縮める事ができる。

【0052】

又、上記ステアリングシャフト2を挿通した筒状のステアリングコラム29は、アウターコラム34とインナーコラム35とをテレスコープ状に組み合わせて成り、軸方向の衝撃が加わった場合に、この衝撃によるエネルギーを吸収しつつ全長が縮まる、所謂コラプシブル構造としている。そして、上記インナーコラム35の前端部を、ギヤハウジング36を構成する本体部66とカバー67とのうち、本体部66の後端面に結合固定している。このギヤハウジング36は、この本体部66の前端部に上記カバー67を、図示しないボルト等により結合して成る。又、上記インナーシャフト33を上記ギヤハウジング36の内側に挿通し、このインナーシャフト33の前端部を、上記カバー67の前面から突出させている。

【0053】

又、上記ステアリングコラム29は、その中間部を支持プラケット37により、ダッシュボードの下面等、車体65の一部に支承している。又、この支持プラケット37と車体65との間に、図示しない係止部を設けて、この支持プラケット37に前方に向かう方向の衝撃が加わった場合に、この支持プラケット37が上記係止部から外れる様にしている。又、上記ギヤハウジング36の上端部も、上記車体65の一部に支承している。更に、チルト機構及びテレスコピック機構を設ける事により、前記ステアリングホイール1の前後位置及び高さ位置の調節を自在としている。この様なチルト機構及びテレスコピック機構は、従来から周知であり、本発明の特徴部分でもない為、詳しい説明は省略する。

【0054】

又、上記インナーシャフト33を、第一のインナーシャフト38と、第二のインナーシャフト39とを、トーションバー40（図2、3）により連結する事により構成している

。このトーションバー40は、この第二のインナーシャフト39の内側に挿通しており、このトーションバー40の後端部を上記第一のインナーシャフト38の前端部に、このトーションバー40の前端部を上記第二のインナーシャフト39の前端部に、それぞれ結合している。前記トルクセンサ3は、上記トーションバー40の捩れに基づく上記第一、第二の両インナーシャフト38、39の相対回転方向と相対回転量とから、ステアリングホイール1からステアリングシャフト2に加えられるトルクの方向と大きさとを検出し、検出値を表す信号（検出信号）を、前記制御器6に送る。そして、この制御器6は、この検出信号に応じて、前記電動モータ31に駆動の為の信号を送り、所定の方向に所定の大きさで補助トルクを発生させる。

【0055】

又、上記第二のインナーシャフト39の前端部で、上記ギヤハウジング36を構成するカバー67の前面から突出した部分は、自在継手7を介して、中間シャフト8（図1）の後端部に連結している。又、この中間シャフト8の前端部に、別の自在継手7を介して、ステアリングギヤ9の入力軸10（図1）を連結している。前記ピニオン11は、この入力軸10に結合している。又、前記ラック12は、このピニオン11に噛合させている。尚、地面から車輪を介して中間シャフト8に加わった振動が上記ステアリングホイール1に伝達されるのを防止する為、上記各自在継手7、7に振動吸収装置を設ける事もできる。

【0056】

又、前記ウォーム減速装置30は、上記第二のインナーシャフト39の一部に外嵌固定自在なウォームホイール18と、ウォーム軸19と、弾力付与手段68とを備える。又、この弾力付与手段68は、捩りコイルばね41と、予圧パッド42とを備える。

【0057】

更に、上記ウォームホイール18とウォーム軸19とは、前記ギヤハウジング36の内側に設けて、このウォームホイール18と、このウォーム軸19の中間部に設けたウォーム20とを噛合させている。又、上記電動モータ31は、上記ギヤハウジング36に結合固定したケース47と、このケース47の内周面に設けた、永久磁石製のステータ48（図4）と、このケース47の内側に設けた回転軸49と、この回転軸49の中間部にこのステータ48と対向させる状態で設けたロータ50（図4）とを備える。

【0058】

又、上記ケース47を構成する底板部51の中心部に設けた凹孔52の内周面と、上記回転軸49の基礎部外周面との間に、第一の玉軸受43を設けて、上記ケース47に対しこの回転軸49の基礎部（図2、4の左端部）を、回転自在に支持している。又、上記ケース47の中間部内周縁に設けた隔壁部53の内周縁と、上記回転軸49の中間部外周面との間に、第二の玉軸受44を設けて、この隔壁部53に対しこの回転軸49の中間部を回転自在に支持している。

【0059】

更に、前記ウォーム軸19の基礎部（図2、5の左端部）内周面に設けた雌スライン部61を、前記電動モータ31の回転軸49の先端部に設けた雄スライン部62とスライン係合させて成るスライン係合部63により、上記両軸19、49の端部同士を連結している。この構成により、上記ウォーム軸19は、上記回転軸49と共に回転する。

【0060】

又、前記ギヤハウジング36の内側に軸受ホルダ69を設けると共に、この軸受ホルダ69に、上記ウォーム軸19を回転自在に支持している。この軸受ホルダ69は、大径筒部70と小径筒部71とを、円輪部72により連結している。そして、この大径筒部70の内側に、第三の玉軸受45を構成する外輪73を内嵌固定している。又、この外輪73の軸方向一端面（図2、5の右端面）を上記円輪部72の片面（図2、5の左側面）に突き当てると共に、この外輪73の軸方向他端面（図2、5の左端面）を、上記大径筒部70の内周面に係止した係止リング74により抑え付けている。又、上記第三の玉軸受45

を構成する内輪75と、上記ウォーム軸19の基端寄り部分外周面で、軸方向に関して上記スプライン係合部63と一致する部分に外嵌固定している。更に、この内輪75の軸方向一端面（図2、5の右端面）を、上記ウォーム軸19の基端寄り部分外周面に設けた鍔部76の側面に突き当てると共に、上記内輪75の軸方向他端面（図2、5の左端面）を、上記ウォーム軸19の基端部内周面に係止した係止リング77により抑え付けている。尚、上記第三の玉軸受45として、好ましくは、4点接触型の玉軸受を使用する。

【0061】

更に、本例の場合には、上記軸受ホルダ69を、上記ギヤハウジング36の内側に、揺動変位を自在に支持している。この為に、この軸受ホルダ69を構成する小径筒部71の一部で前記ウォームホイール18側（図2、5の上側）の径方向反対側2個所位置に、1対の第一の通孔78、78を形成している。そして、図6に示す様に、上記軸受ホルダ69の内側に揺動軸79を、これら各第一の通孔78、78を通じて、上記ウォーム軸19を避けつつ挿入すると共に、これら各第一の通孔78、78に上記揺動軸79の両端寄り部分を、隙間嵌めにより内嵌している。更に、この揺動軸79の両端部で、上記各第一の通孔78、78から、上記軸受ホルダ69の外側に突出させた部分を、上記ギヤハウジング36を構成する本体部66に設けた凹孔80と第二の通孔81とに、それぞれ隙間嵌めにより内嵌している。

【0062】

又、上記本体部66のうちで上記第二の通孔81を設けた部分の外周面に、上記ギヤハウジング36のカバー67を構成する壁部82を重ね合わせて、上記第二の通孔81から上記揺動軸79の抜け止めを図っている。この構成により、上記軸受ホルダ69は、上記ギヤハウジング36に対し、上記揺動軸79を中心とする揺動変位を自在に支持される。尚、本例の場合と異なり、上記各第一の通孔78、78と、上記凹孔80及び第二の通孔81とのうちの一方に、上記揺動軸79の両端寄り部分を締り嵌めにより内嵌固定する事もできる。

【0063】

又、本例の場合には、上記ウォーム軸19の中心軸o1（図2、3、5）上から前記ウォームホイール18側にずれた位置である、このウォーム軸19のウォーム20とこのウォームホイール18とのピッチ円P₁、P₂の交点x（図2、3、5）を含み、上記ウォーム軸19の中心軸o1と平行な直線L上の1点Q（図2、5）を通る、このウォームホイール18の中心軸o2（図2、3）と平行な軸を、上記揺動軸79の中心軸としている。

【0064】

一方、上記ウォーム軸19の先端部（図2、4、5の右端部）を、上記ギヤハウジング36の内側に、第四の玉軸受46により、回転自在に支持している。この為に、この第四の玉軸受46を構成する外輪83を、上記ギヤハウジング36の内側に固定した第二軸受ホルダ84に固定している。この第二軸受ホルダ84は、断面L字形で全体を円環状に形成しており、この第二軸受ホルダ84の片側（図2、4、5の左側）に設けた筒部85の内側に、上記外輪83を内嵌固定している。又、上記ウォーム軸19の先端寄り部分の外周面で、前記ウォーム20から外れた部分に設けた大径部86に、弾性材製で略円筒状のブッシュ87を緩く外嵌している。そして、このブッシュ87の内側を通じて、上記ウォーム軸19の先端部を、このブッシュ87の軸方向一端面（図2、4、5の右端面）から突出させている。又、このブッシュ87の軸方向中間部に、上記第四の玉軸受46を構成する内輪88を外嵌固定している。又、この内輪88の軸方向一端面（図2、4、5の左端面）を、上記ブッシュ87の軸方向他端部（図2、4、5の左端部）に設けた外向鍔部89の内側面に突き当てる事により、上記内輪88の軸方向の位置決めを図っている。そして、上記ブッシュ87の内周面と上記大径部86の外周面との間に微小隙間を設ける事により、このブッシュ87に対する上記ウォーム軸19の所定の範囲での傾き（径方向の変位）を自在としている。

【0065】

又、上記第二軸受ホルダ84の他端面（図2、4、5の右端面）と上記ギヤハウジング36に設けた凹孔90の底面との間に、前記弾力付与手段68を構成する予圧パッド42を設けており、この予圧パッド42の一部に、上記ウォーム軸19の先端部に設けた小径部91をがたつきなく挿入している。この予圧パッド42は、図7に詳示する様に、固体潤滑材を混入した合成樹脂を射出成形する等により、円筒の外周面の径方向反対側2個所の片側部分を除去した如き形状に造っている。又、上記予圧パッド42の外周面の径方向反対側2個所位置に、平面部92、92と腕部93、93とを、それぞれウォームホイール18側（図7の上側）の半部と、このウォームホイール18と反対側（図7の下側）の端部とに設けている。そして、上記予圧パッド42の中心部に軸方向に貫通する状態で形成した通孔94に、上記ウォーム軸19の小径部91を挿入している。この通孔94の内周面は、この小径部91を支持する滑り軸受としての機能を有する。又、この通孔94の両端部内周面を、開口端に向かう程直径が大きくなつたテーパ面としている。この様な予圧パッド42は、上記ギヤハウジング36に設けた凹孔90の内側に、所定の範囲での変位を自在に支持している。

【0066】

又、上記予圧パッド42の周囲に、前記捩りコイルばね41を設けている。そして、この捩りコイルばね41の両端部で、径方向反対側2個所位置に設けた1対の係止部95、95を、前記第二軸受ホルダ84の他端面で径方向反対側2個所位置に軸方向に突出する状態で設けた1対の係止突部96、96の片側に係止している。又、これら各係止突部96、96の先端部を、上記凹孔90の底面の2個所位置に設けた図示しない孔部に内嵌している。この構成により、前記ギヤハウジング36に対する上記各係止突部96、96の位置が規制される。そして、上記予圧パッド42の外周面のうち、上記ウォームホイール18と反対側に設けた第一部分円筒面部97に、上記捩りコイルばね41の内周縁を弾性的に押し付ける事により、上記ウォーム軸19の先端部に、上記予圧パッド42を介して、前記ウォームホイール18に向かう方向の弾力を付与している。

【0067】

即ち、上記予圧パッド42に設けた通孔94に上記ウォーム軸19の先端部を挿入する以前の状態で、この通孔94の中心軸は、上記第二軸受ホルダ84の中心軸に対し、片側（図2、3、5、7の上側）に片寄っている。この為、上記予圧パッド42に設けた通孔94の内側に上記ウォーム軸19の先端部を挿入すると、この予圧パッド42に設けた第一部分円筒面部97により、上記捩りコイルばね41の直径が弾性的に押し広げられる。そして、この捩りコイルばね41が巻き戻る（直径を縮める）方向に弾性復帰する傾向となり、この捩りコイルばね41から上記ウォーム軸19の先端部に、上記ウォームホイール18に向かう方向の弾力が付与される。この構成により、このウォームホイール18を外嵌固定した前記第二のインナーシャフト39と上記ウォーム軸19との、中心軸同士の間の距離は弾性的に縮まる。そして、上記ウォーム軸19のウォーム20と上記ウォームホイール18との歯面同士が、予圧を付与された状態で当接する。

【0068】

又、本例の場合には、上記予圧パッド42の外周面のうち、上記ウォームホイール18側に設けた第二部分円筒面部98の曲率半径を、上記第一部分円筒面部97の曲率半径よりも小さくしている。又、上記予圧パッド42の周囲に上記捩りコイルばね41を設けた状態で、この捩りコイルばね41を構成する各1巻きずつの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面との間（線間）に、軸方向の隙間を設けている。

【0069】

尚、上記ウォーム軸19と前記第三の玉軸受45及び軸受ホルダ69とを、前記ギヤハウジング36の内側に組み付けるのには、先ず、このウォーム軸19の基端部の周囲に、上記第三の玉軸受45及び軸受ホルダ69を組み付ける。次いで、これらウォーム軸19と第三の玉軸受45と軸受ホルダ69とを、上記ギヤハウジング36の内側に配置する。そして、この軸受ホルダ69に設けた各第一の通孔78、78と、このギヤハウジング3

6を構成する本体66の一部で互いに対向する2個所位置に設けた凹孔80及び第二の通孔81とを整合させた状態で、これら各第一、第二の通孔78、81及び凹孔80に、前記揺動軸79を挿通支持する。又、上記本体部66のうちでこの第二の通孔81を設けた部分に、上記ギヤハウジング36のカバー67を構成する壁部82を重ね合わせた状態で、上記本体部66とこのカバー67とを、図示しないボルト等により結合する。

【0070】

上述の様に、本例のウォーム減速装置とこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合には、捩りコイルばね41と予圧パッド42とから成る弾力付与手段68により、ウォーム軸19の先端部に、ウォームホイール18に向かう方向の弾力を付与している。この為、これらウォームホイール18とウォーム軸19のウォーム20との噛合部に予圧を付与する事ができ、この噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。しかも、本例の場合には、上記ウォーム軸19の揺動中心軸となる、揺動軸79を、このウォーム軸19の中心軸o1上から上記ウォームホイール18側にずれた位置に、このウォームホイール18の中心軸o2と平行に設けている。この為、上記ウォーム軸19からこのウォームホイール18に、電動モータ31の駆動力を伝達する際に、このウォームホイール18からこのウォーム軸19に、このウォーム軸19の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸19に発生するモーメントを小さく若しくは0にできる。従って、上記ウォームホイール18から上記ウォーム軸19に加わる径方向の反力が、上記モーメントの影響により変動するのを抑える事ができる。従って、ステアリングホイール1を回転させるのに要する力やこのステアリングホイール1の戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。

【0071】

特に、本例の場合には、上記ウォーム軸19の中心軸o1上から上記ウォームホイール18側にずれた位置である、このウォーム軸19のウォーム20とこのウォームホイール18とのピッチ円P₁、P₂の交点xを含み、このウォーム軸19の中心軸o1と平行な直線L上の1点Qを通る、このウォームホイール18の中心軸o2と平行な軸を、上記揺動軸79の中心軸としている。この為、上記ウォームホイール18から上記ウォーム軸19に、このウォーム軸19の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸19にモーメントが発生する事をなくす(0にする)事ができる。従って、上記ステアリングホイール1を回転させるのに要する力やこのステアリングホイール1の戻り性能の、両回転方向での差をなくす事ができる。

【0072】

又、本例の場合には、第三の玉軸受45を支持した軸受ホルダ69をギヤハウジング36に対し、揺動変位自在に支持している為、この第三の玉軸受45として、従来から一般的に使用しているものを使用しつつ、この第三の玉軸受45を上記ギヤハウジング36に対し揺動変位を自在に支持でき、コストの上昇を抑える事ができる。

【0073】

更に、本例の場合には、上記ウォーム軸19の軸方向に関して、このウォーム軸19の両端部を支持する第三、第四の玉軸受45、46のうち、電動モータ31側の第三の玉軸受45と、上記ウォーム軸19のウォーム20とウォームホイール18との噛合部との間に上記揺動軸79を設けている。この為、このウォーム軸19の電動モータ31側の基端部の揺動変位量を少なくしつつ、上記噛合部に大きな予圧を付与する事ができ、この噛合部での耳障りな歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0074】

又、上記噛合部に関して、上記揺動軸79と反対側に前記弾力付与手段68を設けている。この為、この弾力付与手段68を構成する捩りコイルばね41の弾性変形量を大きくでき、上記ウォーム軸19に付与する弾力の大きさを調節し易くできる。

【0075】

又、本例の場合には、上記予圧パッド42が合成樹脂製である為、上記ウォーム軸19の先端部を、この予圧パッド42に設けた通孔94の内側に挿入し易くできる。又、上記

捩りコイルばね41を構成する各1巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面とが軸方向に接触している場合には、この接触部で生じる摩擦が、上記捩りコイルばね41により上記ウォーム軸19に付与する弾力が不適切に変化する原因となる。これに対して、本例の場合には、上記各1巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素との表面同士の間に軸方向の隙間を設けている為、上記ウォーム軸19に所定の弾力を、より安定して付与できる。

【実施例2】

【0076】

図8～9は、請求項1～7、16に対応する、本発明の実施例2を示している。本例の場合には、ギヤハウジング36に対し軸受ホルダ69を揺動変位を自在に支持する為の揺動軸79の両端寄り部分外周面と、この軸受ホルダ69に設けた各第一の通孔78、78の内周面との間に弾性リング99、99を、それぞれ設けている。これら各弾性リング99、99は、それぞれが金属製である内径側円筒部100と外径側円筒部101とを、弾性材であるゴム製の連結部102、102により、互いに同心に連結している。即ち、これら各連結部102、102を、上記両円筒部100、101に加硫接着して、これら両円筒部100、101同士を連結している。又、これら各連結部102、102は、これら両円筒部100、101の間部分の径方向反対側2個所位置に互いに離隔した状態で設けている。具体的には、この間部分のうちのウォームホイール18（図2、3、5参照）側と反対側との端部の2個所位置（図8、9の上下方向両端部の2個所位置）に上記各連結部102、102を設けており、これら各連結部102、102を設けた部分と位相が90度異なる、ウォーム軸19の軸方向に関する両端部（図8の表裏方向両端部、図9の左右方向両端部）を、空間部103、103としている。この構成により、上記揺動軸79の径方向に関する上記各弾性リング99、99の剛性が、円周方向で異なる。又、上記ウォーム軸19の軸方向に関する、これら各弾性リング99、99の剛性が低くなる。

【0077】

この様な本例のウォーム減速装置によれば、ウォーム軸19の回転トルクを徒に増大させる事なく、このウォーム軸19のウォーム20とウォームホイール18との噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。即ち、このウォーム軸19をギヤハウジング36に対し軸方向に対する変位を不能として支持している場合には、上記ウォームホイール18に回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸19が回転運動し易くなる。又、このウォーム軸19には慣性モーメントが大きい電動モータ31の回転軸49（図2、4、5参照）を連結している為、上記ウォームホイール18の回転振動に基づき、このウォーム軸19のウォーム20と上記ウォームホイール18との歯面同士の間で伝達される力が大きくなる。そうすると、この力が加わった場合でもこれら両歯面同士が離れない様にする為には、上記ウォーム軸19に付与する弾力を大きくする必要があるが、この弾力が過大になった場合には、このウォーム軸19の回転トルクを徒に増大させる事となる。これに対して、本例の場合には、軸受ホルダ69と揺動軸79との間に、一部が弾性材製である弾性リング99、99を設けている為、上記ウォームホイール18に回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸19を軸方向に変位し易くでき、このウォーム軸19を回転運動しにくくできる。この為、上記各歯面同士の間で伝達される力を小さくできる。この結果、このウォーム軸19の回転トルクを徒に増大させる事なく、これら各歯面同士が離れる事を防止でき、上記噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。更に、これら両歯面同士の衝合に基づく振動を、上記ギヤハウジング36に伝達しにくくでき、この振動に基づく異音の発生を抑える事ができる。

【0078】

又、本例の場合には、上記各弾性リング99、99の剛性を円周方向で異ならせると共に、ウォーム軸19の軸方向に関する各弾性リング99、99の剛性を低くしている。この為、これら各弾性リング99、99全体の必要とする剛性を確保しつつ、ギヤハウジング36に対し上記ウォーム軸19を軸方向に変位し易くできる。従って、このウォーム軸19の回転トルクが増大するのを、より効果的に抑える事ができる。

その他の構成及作用に就いては、上述した実施例1の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例3】

【0079】

図10は、やはり請求項1～7、16に対応する、本発明の実施例を示している。本例の場合には、上述の図8～9に示した実施例2で使用した弾性リング99、99を、ギヤハウジング36に設けた凹孔80及び第二の通孔81の内周面と、揺動軸79の両端部外周面との間に設けている。その他の構造及び作用に就いては、上述した実施例2と同様である。尚、上述の図8～10に示した実施例2、3の構造で、弾性リング99の連結部102を構成する弾性材として、ゴム以外のエラストマー、合成樹脂等を使用する事もできる。又、弾性リング99の全体を、合成樹脂等の弾性材製とする事もできる。

【実施例4】

【0080】

図11～12は、請求項1～4、8、10～12、16に対応する、本発明の実施例4を示している。本例の場合には、前述の図1～7に示した実施例1の構造で、弾力付与手段であるコイルばね106を、電動モータ31の回転軸49と、ウォーム軸19との間に設けている。即ち、本例の場合には、この回転軸49の一端面（図11の右端面）に凹部104を設けると共に、この凹部104の底面と、上記ウォーム軸19の基端面（図11の左端面）に設けたスライス孔105の底面との間に、上記コイルばね106を設けている。そして、このコイルばね106により、上記ウォーム軸19に上記回転軸49から離れる方向の弾力を付与している。又、本例の場合も、上述した各例の場合と同様に、上記ウォーム軸19の揺動中心となる揺動軸79を、このウォーム軸19の中心軸o1上からウォームホイール18側（図11の上側）にずれた位置に設けている。この構成により、このウォーム軸19は、上記揺動軸79を中心として、このウォームホイール18側に弾性的に揺動変位する。

【0081】

又、本例の場合には、上記ウォーム軸19の先端部外周面を、段付でない単なる円筒面と共に、この先端部を、ギヤハウジング36に設けた凹孔90の内側に配置している。そして、この凹孔90の内周面と上記ウォーム軸19の先端部外周面との間に、請求項に記載した第二の弾性リングに相当する、弾性リング107と、第四の玉軸受46とを設けている。このうちの第四の玉軸受46は、内輪88を上記ウォーム軸19の先端部に外嵌固定する事により、この先端部の周囲に設けている。

【0082】

又、上記弾性リング107は、図12に詳示する様に、それぞれが金属製である内径側円筒部108と外径側円筒部109とを、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の連結部110、110により、互いに同心に結合している。又、これら各連結部110、110は、上記両円筒部108、109の間部分の径方向反対側2個所位置に互いに離隔した状態で設けている。具体的には、この間部分のうちの上記ウォーム軸19の揺動変位方向（図12の上下方向）に関して位相が90度異なる方向（図12の左右方向）の両端部2個所位置にのみ、上記各連結部110、110を設けている。この構成により、上記弾性リング107の剛性が、上記ウォーム軸19の揺動変位方向に関するもので低くなり、この揺動変位方向と90度異なる方向に関するもので高くなる。

【0083】

又、本例の場合には、上記各内径側、外径側円筒部108、109の間部分で、上記ウォーム軸19の揺動変位方向の両端部に位置する、上記外径側円筒部109の内周面の2個所位置に、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の断面部分円弧形のストッパ部111、111を設けている。又、これら各ストッパ部111、111の内周面と、上記内径側円筒部108の外周面との間に、微小隙間を設けている。これら各ストッパ部111、111は、上記ウォーム軸19が過度に揺動変位する傾向となった場合に、上記内径側円筒部108の外周面と当接する事により、このウォーム軸19の過度の揺動変位を防止する

。この様な弾性リング107は、前記第四の玉軸受46を構成する外輪83に、上記内径側円筒部108を外嵌固定すると共に、前記ギヤハウジング36に設けた凹孔90に、上記外径側円筒部109を内嵌固定する事で、上記ウォーム軸19とギヤハウジング36との間に設けている。

【0084】

上述の様に構成する本例の場合には、電動モータ31の回転軸49の一端面と、ウォーム軸19の基端面との間にコイルばね106を設けている為、このウォーム軸19の基端部に係止した係止リング77を介して、第三の玉軸受45に、上記コイルばね106の弾力に基づく予圧を付与できる。この為、異音の発生を抑えつつ、上記第三の玉軸受45として、軸方向隙間が比較的大きい、深溝型の玉軸受を使用でき、コストの低減を図れる。

【0085】

又、本例の場合には、上記ウォーム軸19の先端部を支持する第四の玉軸受46とギヤハウジング36との間に弾性リング107を設ける事により、このギヤハウジング36に対する上記ウォーム軸19の揺動変位を自在としている。この為、このウォーム軸19のウォーム20とウォームホイール18との噛合部での歯打ち音の発生抑制効果を損なう事なく、このウォーム軸19の先端部と上記第四の玉軸受46とが衝合する事による異音の発生を防止できる。

【0086】

又、本例の場合には、上記第四の玉軸受46とギヤハウジング36との間に設けた弾性リング107の剛性を、上記ウォーム軸19の揺動変位方向に関するもので低くすると共に、この揺動変位方向と90度位相が異なる方向に関するもので高くしている。この為、上記ウォーム軸19が不用意な方向に変位する事を防止しつつ、上記ウォームホイール18側へのこのウォーム軸19の揺動変位をより行ない易くして、上記噛合部での歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0087】

又、本例の場合には、上記弾性リング107に、上記ウォーム軸19の揺動変位を規制する為のストッパ部111、111を設けている為、このウォーム軸19が過度に揺動変位するのを防止できる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図1～7に示した実施例1の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例5】

【0088】

図13は、請求項1～4、9、10～12、16に対応する、本発明の実施例5を示している。本例の場合には、上述の図11～12に示した実施例4の構造で、弾力付与手段であるコイルばね106を、軸受ホルダ69とギヤハウジング36との間に設けている。即ち、本例の場合には、このギヤハウジング36の内面と、上記軸受ホルダ69を構成する大径筒部70の外周面に設けた凹孔112の底部との間に、上記コイルばね106を設けている。そして、このコイルばね106により、上記ウォーム軸19の基端部に径方向の弾力を付与している。又、このコイルばね106は、このウォーム軸19の軸方向に関して、このウォーム軸19の揺動中心となる揺動軸79よりも、このウォーム軸19の基端側にずれた位置に設けている。この構成により、このウォーム軸19は、上記揺動軸79を中心として、上記ウォームホイール18側に弾性的に揺動変位する。

【0089】

この様な本例の場合には、上記ウォーム軸19と電動モータ31の回転軸49とを連結して成る部分の全長を大きくする事なく、上記噛合部に予圧を付与できる。

その他の構成及び作用に就いては、上述の図11～12に示した実施例4の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例6】

【0090】

図14は、請求項1～4、8、10、16に対応する、本発明の実施例6を示している。本例の場合には、前述の図11～12に示した実施例4の構造で、ウォーム軸19の両端部を支持する為の第三、第四の両玉軸受45、46を、軸受ホルダ69aにより支持している。この為に、本例の場合には、上記軸受ホルダ69aを構成する小径筒部71aの全長を大きくすると共に、この小径筒部71aの軸方向中間部で円周方向一部に通孔113を形成している。そして、上記軸受ホルダ69aの内側に上記ウォーム軸19を設けると共に、このウォーム軸19の基礎部外周面及び上記軸受ホルダ69aを構成する大径筒部70の内周面の間と、このウォーム軸19の先端部外周面及び上記小径筒部71aの先端部内周面の間に、それぞれ第三、第四の各玉軸受45、46を設けている。又、上記小径筒部71aの先端部外周面と、ギヤハウジング36に設けた凹孔90の内周面との間に、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の弾性リング114（請求項10に記載した弾性材に相当する。）を設けている。更に、上記ウォーム軸19のウォーム20の一部で、上記小径筒部71aに設けた通孔113からこの小径筒部71a外に露出した部分を、ウォームホイール18と噛合させている。

【0091】

この様な本例の場合には、前述の図11～12に示した実施例4の場合と同様に、上記ウォーム軸19のウォーム20とウォームホイール18との噛合部での歯打ち音の発生抑制効果を損なう事なく、このウォーム軸19の先端部と第四の玉軸受46とが衝合する事による異音の発生を防止でき、更に、このウォーム軸19の過度の揺動変位を防止できる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図11～12に示した実施例4の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例7】

【0092】

図15は、やはり請求項1～4、8、10、16に対応する、本発明の実施例7を示している。本例の場合には、上述の図14に示した実施例6の構造で、ギヤハウジング36の一部で、ウォーム軸19の先端面と対向する部分に、このギヤハウジング36の内外両面を貫通する貫通孔115を形成している。又、この貫通孔115に、ゴムの如きエラストマー、合成樹脂等の弾性材により造った、有底円筒状のキャップ116を内嵌固定している。そして、このキャップ116を構成する筒部117の先端部内周面に設けた突部118に、軸受ホルダ69aを構成する小径筒部71aの先端部を内嵌支持している。本例の場合、上記キャップ116が請求項10に記載した弾性材に相当する。

その他の構成及び作用に就いては、上述の図14に示した実施例6の場合と同様である為、重複する説明は省略する。

【実施例8】

【0093】

図16～17は、請求項1～4、8、10～12、16に対応する、本発明の実施例8を示している。本例の場合には、前述の図14に示した実施例6の構造で、軸受ホルダ69aの小径筒部の先端開口を塞ぐ板部119を設けると共に、この板部119の先端面中心部に軸方向に突出する軸部120を設けている。そして、この軸部120の外周面と、ギヤハウジング36に設けた凹孔90の内周面との間に、請求項11に記載した第二の弾性リングに相当する、弾性リング121を設けている。この弾性リング121は、図17に詳示する様に、それぞれが金属製である外径側円筒部122と内径側円筒部123とを、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の連結部124により互いに同心に連結している。又、この外径側円筒部122の軸方向片半部（図16の左半部）を、上記内径側円筒部123の軸方向一端面（図16の左端面）よりも軸方向に突出させて、上記外径側円筒部122の全長をこの内径側円筒部123の全長よりも大きくしている。又、上記連結部124の軸方向一端面（図16の左端面）の外周縁部に軸方向に突出した突部125を設けると共に、この突部125を、上記外径側円筒部122の軸方向片半部内周面に結合している。

【0094】

更に、上記連結部124の一部で、ウォーム軸19の揺動変位方向（図16、17の上下方向）両端部に位置する、径方向反対側2個所位置に、軸方向に貫通する通孔126、126を設けている。この構成により、上記弾性リング121の剛性は、上記ウォーム軸19の揺動変位方向に関するもので低くなると共に、この揺動変位方向と90度位相が異なる方向に関するもので高くなる。この様な弾性リング121は、上記ギヤハウジング36に設けた凹孔90に上記外径側円筒部122を内嵌固定すると共に、上記軸受ホルダ69aの先端面に設けた軸部120に上記内径側円筒部123を外嵌固定する事で、上記ギヤハウジング36とこの軸部120との間に設けている。又、上記連結部124に設けた突部125の内周面に、この軸受ホルダ69aを構成する小径筒部71aの先端部外周面を、微小隙間を介して対向させている。本例の場合、この突部125が、ウォーム軸19の揺動変位を規制する為のストップ部に相当する。

【0095】

この様な本例の場合には、弾性リング121の剛性が低い部分と、ウォーム軸19の過度の揺動変位を防止するストップ部としての機能を果たす突部125とを、上記弾性リング121の軸方向にずらせている。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図14に示した実施例6の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例9】

【0096】

図18は、請求項1～4、9、10、16に対応する、本発明の実施例9を示している。本例の場合には、前述の図13に示した実施例5の構造と、前述の図14に示した実施例6の構造とを組み合わせた如き構造を有する。即ち、本例の場合には、図14に示した実施例6の構造で、第三の玉軸受45と第四の玉軸受46（図14参照）とを支持する、軸受ホルダ69aを構成する大径筒部70の外周面と、ギヤハウジング36の内面との間に、コイルばね106を、この軸受ホルダ69aの径方向に設けている。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図13に示した実施例5及び図14に示した実施例6の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例10】

【0097】

次に、図19～20は、請求項1～4、9、10、13、16に対応する、本発明の実施例10を示している。本例の場合には、前述の図14に示した実施例6の構造で、電動モータ31の回転軸49aの一端部（図19の右端部）と、ウォーム軸19aの基端部（図19の左端部）とを、弾性材製の結合リング127を介して、互いの相対回転を阻止した状態で連結している。この結合リング127は、図20に詳示する様に、ゴムの如きエラストマー等の弾性材により、円筒状に造っており、円周方向等間隔複数個所（図示の例の場合は8個所）に、軸方向に貫通する断面略三角形の通孔128、128を形成している。

【0098】

又、上記ウォーム軸19aの基端面（図19の左端面）の外径寄り部分と、上記回転軸49aの一端面（図19の右端面）の外径寄り部分との円周方向複数個所（図示の例の場合には4個所）で、上記結合リング127に設けた一つ置きの通孔128、128に整合する位置に、それぞれ軸方向に突出する突部129a、129bを設けている。これら各突部129a、129bは、上記結合リング127に設けた各通孔128、128に、それぞれがたつきなく内嵌自在としている。そして、上記ウォーム軸19aに設けた各突部129a、129aと、上記回転軸49aに設けた各突部129b、129bとを、上記結合リング127の軸方向両側から上記各通孔128、128に、円周方向に関して交互にがたつきなく内嵌する事により、上記ウォーム軸19aと回転軸49aとを、上記結合リング127を介して連結している。又、本例の場合には、上記ウォーム軸19aの基端

面中心部に設けた各孔130の底面と、上記回転軸49aの一端面中心部との間にコイルばね106を設けて、上記ウォーム軸19aに、この回転軸49aから離れる方向の弾力を付与している。

【0099】

この様な本例の場合には、上記ウォーム軸19aと回転軸19aとを結合リング127を介して連結している為、上記回転軸49aとウォーム軸19aとの間で、回転振動を伝達しにくくできる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図14に示した実施例6の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0100】

尚、図示は省略するが、本例の場合と異なり、上記結合リング127に設けた各通孔128、128の形成位置に、これら各通孔128、128の代わりに、それぞれ複数ずつ的第一、第二の凹部を、円周方向に交互に設ける事もできる。又、これら各第一、第二の凹部の底部を、上記結合リング127の軸方向に関して反対側とする。そして、ウォーム軸19aの基端面に設けた各突部129a、129aと、上記回転軸49aの一端面に設けた各突部129b、129bとを、上記各第一、第二の凹部にそれぞれ内嵌する事により、上記ウォーム軸19aと回転軸49aとを上記結合リング127を介して連結する。

【0101】

又、上述した各例に於いて、ウォーム軸19、19aの両端寄り部分を回転自在に支持する第三、第四の玉軸受45、46のうちの少なくとも一方の玉軸受45（又は46）を支持する軸受ホルダ69、69aと、ギヤハウジング36との間にグリースを充填する事もできる。この様な構成を採用した場合には、上記ウォーム軸19、19aとウォームホイール18との間で駆動力を伝達する際に、このウォームホイール18からこのウォーム軸19、19aに加わる反力に基づき、このウォーム軸19、19aがこのウォームホイール18から離れる傾向となつた場合に、上記軸受ホルダ69、69aを揺動変位しにくくできる。しかも、上記駆動力が大きくなり、上記反力が大きくなると、上記ウォーム軸19、19aが上記ウォームホイール18から離れる速度が大きくなる傾向となるが、この場合には、グリースの粘性抵抗も大きくなる。この為、上記軸受ホルダ69、69aの揺動変位を抑える事ができ、上記ウォーム軸19、19aのウォーム20とウォームホイール18との歯面同士が離れる事を防止し易くできる。

【0102】

又、上述した各例に於いて、ウォーム軸19、19aの両端寄り部分を回転自在に支持する第三、第四の玉軸受45、46のうちの少なくとも一方の玉軸受45（又は46）を支持する軸受ホルダ69、69aを、マグネシウム合金製とする事もできる。この様な構成を採用した場合には、上記ウォーム軸19、19aのウォーム20とウォームホイール18との歯面同士の衝合によりこのウォーム軸19、19aに発生する振動を、上記軸受ホルダ69、69aで吸収し易くできる為、ギヤハウジング36に迄この振動を伝達しにくくできる。

【0103】

又、上述した各例の場合には、ピニオン軸10（図1、23参照）の端部に固定したピニオン11とラック12（図23参照）とを直接噛合させているが、本発明はこの様な構造に限定するものではない。例えば、ピニオン軸の下端部に設けたピンを、このピニオン軸と別体に設けたピニオンギヤの長孔内に、この長孔の長さ方向の変位を自在として係合させると共に、このピニオンギヤとラックとを噛合させて、車速に応じてステアリングシャフトの回転角度に対するラックの変位量の比を変化させる、所謂車速応動可変ギヤレシオ機構（VGS）を組み込んだ構造と、上述した各例の構造とを組み合わせる事もできる。

【0104】

又、本発明は、電動モータ31を、ステアリングシャフト2の周囲に設ける構造に限定するものでもない。例えば、図21に示す様に、ラック12と噛合させるピニオン11（

図23参照)の周辺部に、電動モータ31を設けた構造とする事もできる。そして、この様な図21に示す構造の場合には、上記ピニオン11又はこのピニオン11に支持した部材の一部に、ウォーム減速装置30を構成するウォームホイールを固定する。この様な図21に示した構造の場合には、トルクセンサ3(図23参照)を、ステアリングシャフト2の周囲ではなく、上記ピニオン11の周辺部に設ける事もできる。

【0105】

又、図22に示す様に、ラック12の一部で、ピニオン11との係合部から外れた位置に噛合させたサブピニオン131の周辺部に、電動モータ31を設ける事もできる。この図22に示す構造の場合には、このサブピニオン131に固定したウォームホイールと、ウォーム軸19(19a)とを噛合させる。この様な図22に示した構造の場合にも、トルクセンサ3(図23参照)を、上記ピニオン11の周辺部に設ける事ができる。尚、図22に示した構造の場合には、中間シャフト8の中間部に、地面から車輪を介して上記ピニオン11に伝達された振動を、ステアリングホイール1に迄伝達されるのを防止する為の緩衝装置132を設けている。例えば、この緩衝装置132は、インナーシャフトとアウターシャフトとをテレスコープ状に組み合わせると共に、これら両シャフトの端部周面同士の間に弾性材を結合する事により構成する。

【図面の簡単な説明】

【0106】

- 【図1】本発明の実施例1を、一部を切断して示す図。
- 【図2】図1のA-A部分の部分切断面図。
- 【図3】図2のB-B断面図。
- 【図4】電動モータの断面図。
- 【図5】図2の部分拡大図。
- 【図6】図5のC-C断面図。
- 【図7】同D-D断面図。
- 【図8】本発明の実施例2を示す、図6と同様の図。
- 【図9】図8のE-E断面図。
- 【図10】本発明の実施例3を示す、図8と同様の図。
- 【図11】同実施例4を示す、図5と同様の図。
- 【図12】図11のF-F断面図。
- 【図13】本発明の実施例5を示す、図2のG部に相当する拡大断面図。
- 【図14】同実施例6を示す、図5と同様の図。
- 【図15】同実施例7を示す、図14のH部に相当する拡大断面図。
- 【図16】同実施例8を示す、図15と同様の図。
- 【図17】弾性リングのみを取り出して示す、図16のI-I断面図。
- 【図18】本発明の実施例9を示す、図14のJ部に相当する拡大断面図。
- 【図19】同実施例10を示す、図18と同様の図。
- 【図20】図19のK-K断面図。
- 【図21】電動モータをピニオンの周辺部に設けた構造の1例を示す図。
- 【図22】電動モータをサブピニオンの周辺部に設けた構造の1例を示す図。
- 【図23】本発明の対象となる電動式パワーステアリング装置の全体構造を示す略図。
- 【図24】ウォーム減速装置の従来構造の1例を示す断面図。
- 【図25】図24のL-L断面図。
- 【図26】ウォーム軸とウォームホイールとの間で駆動力を伝達する際に、これら両部材に加わる力の分力を示す略斜視図。
- 【図27】電動モータの所定方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向を説明する為の略断面図。
- 【図28】電動モータの上記所定方向とは逆方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向を説明する為の略断面図。

【符号の説明】

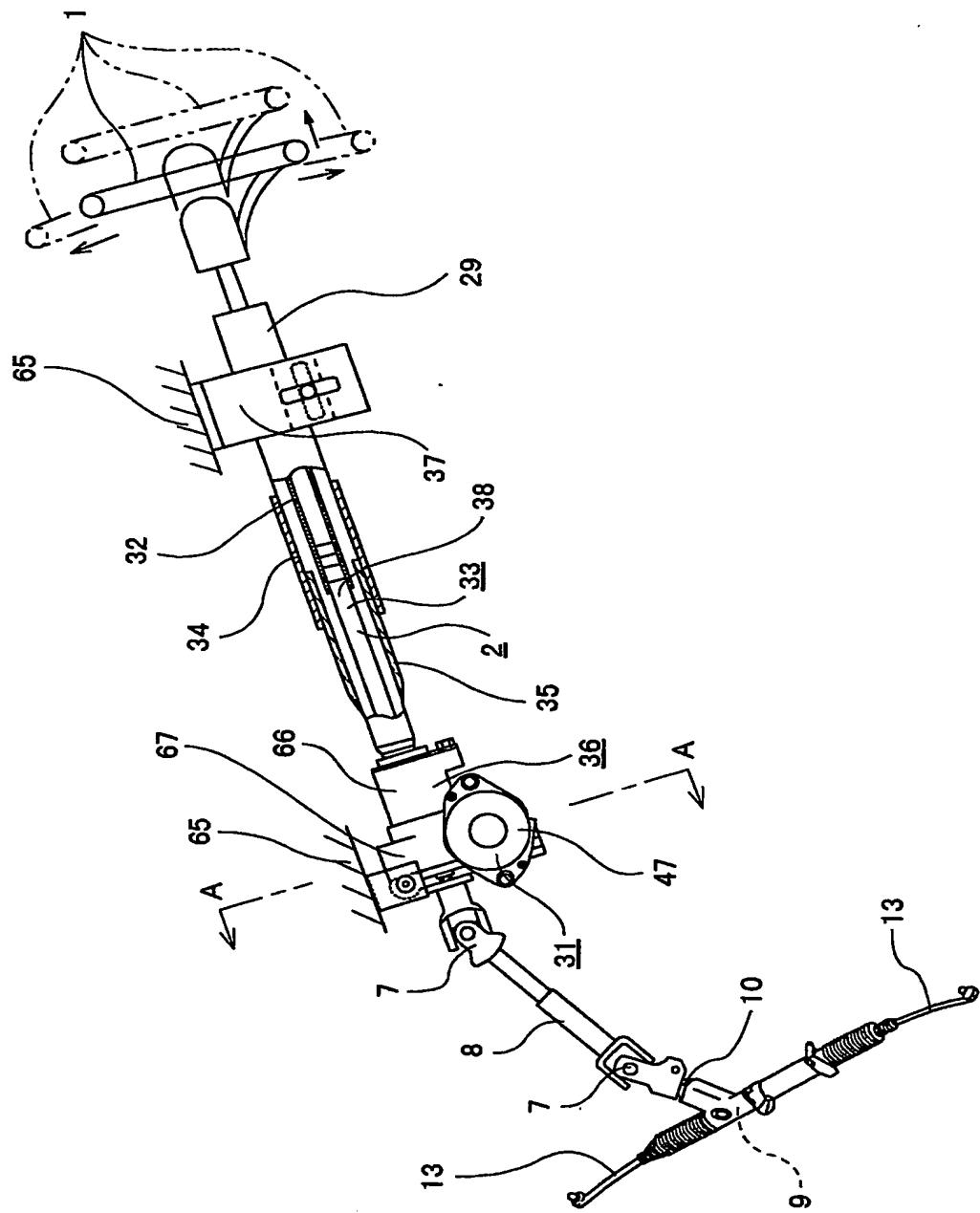
【0107】

- 1 ステアリングホイール
- 2 ステアリングシャフト
- 3 トルクセンサ
- 4 減速機
- 5 電動モータ
- 6 制御器
- 7 自在継手
- 8 中間シャフト
- 9 ステアリングギヤ
- 10 入力軸
- 11 ピニオン
- 12 ラック
- 13 タイロッド
- 14 操舵輪
- 15 ステアリングシャフト
- 16 電動モータ
- 17 ウォーム減速装置
- 18 ウォームホイール
- 19 ウォーム軸
- 20 ウォーム
- 21 ギヤハウジング
- 22 a、22 b 転がり軸受
- 23 回転軸
- 24 凹孔
- 25 弾力付与手段
- 26 内径側円筒部
- 27 外径側円筒部
- 28 円輪部
- 29 ステアリングコラム
- 30 ウォーム減速装置
- 31 電動モータ
- 32 アウターシャフト
- 33 インナーシャフト
- 34 アウターコラム
- 35 インナーコラム
- 36 ギヤハウジング
- 37 支持プラケット
- 38 第一のインナーシャフト
- 39 第二のインナーシャフト
- 40 トーションバー
- 41 捻りコイルばね
- 42 予圧パッド
- 43 第一の玉軸受
- 44 第二の玉軸受
- 45 第三の玉軸受
- 46 第四の玉軸受
- 47 ケース
- 48 ステータ

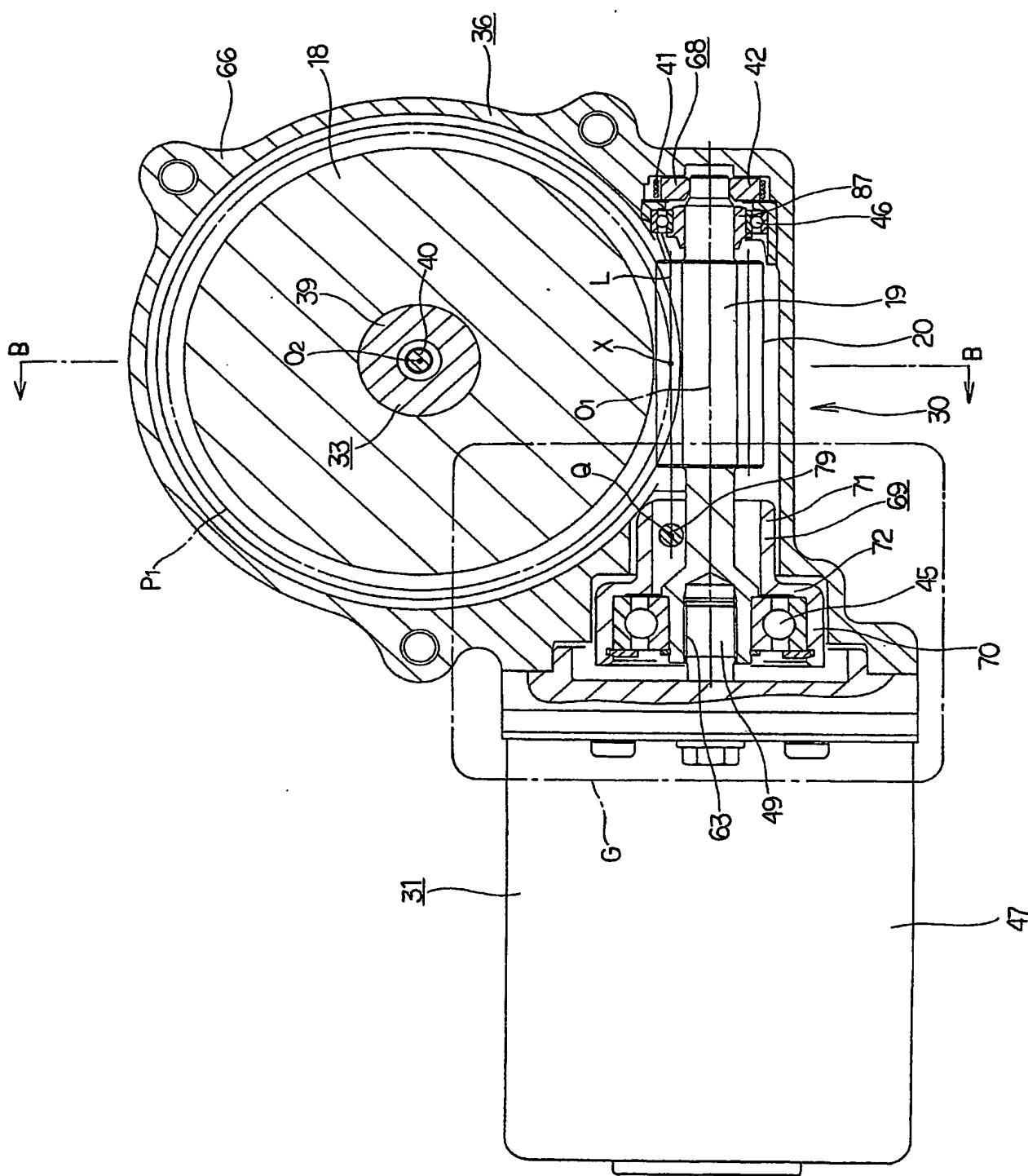
4 9、4 9 a 転軸
5 0 ロータ
5 1 底板部
5 2 凹孔
5 3 隔壁部
6 1 雌スプライン部
6 2 雄スプライン部
6 3 スプライン係合部
6 4 外輪
6 5 車体
6 6 本体部
6 7 カバー
6 8 弹力付与手段
6 9、6 9 a 軸受ホルダ
7 0 大径筒部
7 1、7 1 a 小径筒部
7 2 円輪部
7 3 外輪
7 4 係止リング
7 5 内輪
7 6 鎖部
7 7 係止リング
7 8 第一の通孔
7 9 摆動軸
8 0 凹孔
8 1 第二の通孔
8 2 壁部
8 3 外輪
8 4 第二軸受ホルダ
8 5 筒部
8 6 大径部
8 7 ブッシュ
8 8 内輪
8 9 外向鎖部
9 0 凹孔
9 1 小径部
9 2 平面部
9 3 腕部
9 4 通孔
9 5 係止部
9 6 係止突部
9 7 第一部分円筒面部
9 8 第二部分円筒面部
9 9 弹性リング
1 0 0 内径側筒部
1 0 1 外径側筒部
1 0 2 連結部
1 0 3 空間部
1 0 4 凹部
1 0 5 スプライン孔

- 106 コイル
- 107 弹性リング
- 108 内径側円筒部
- 109 外径側円筒部
- 110 連結部
- 111 ストップ部
- 112 凹孔
- 113 通孔
- 114 弹性リング
- 115 貫通孔
- 116 キャップ
- 117 筒部
- 118 突部
- 119 板部
- 120 軸部
- 121 弹性リング
- 122 外径側円筒部
- 123 内径側円筒部
- 124 連結部
- 125 突部
- 126 通孔
- 127 結合リング
- 128 通孔
- 129a, 129b 突部
- 130 凹孔
- 131 サブピニオン
- 132 緩衝装置
- 133 内輪

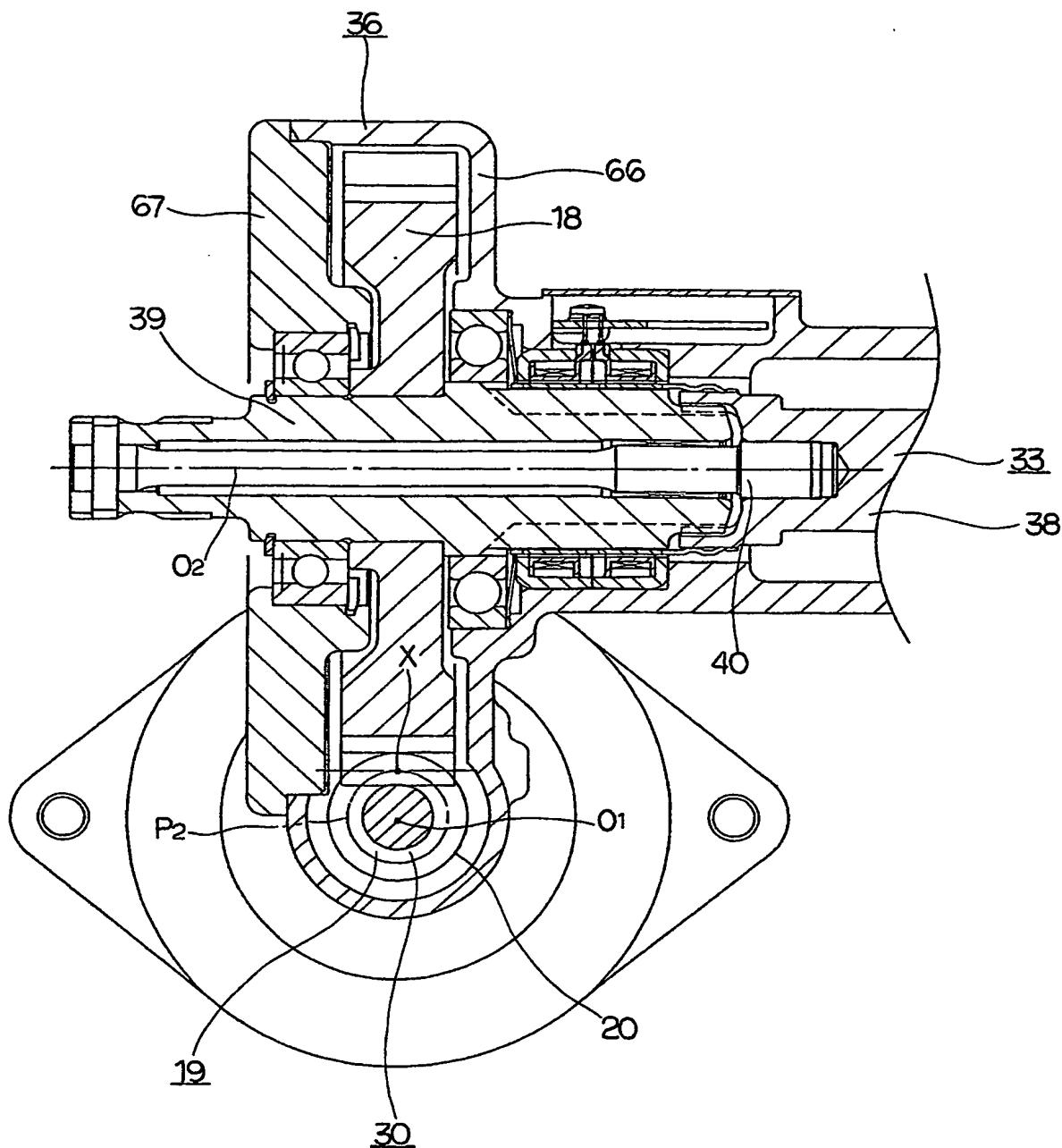
【書類名】図面
【図1】



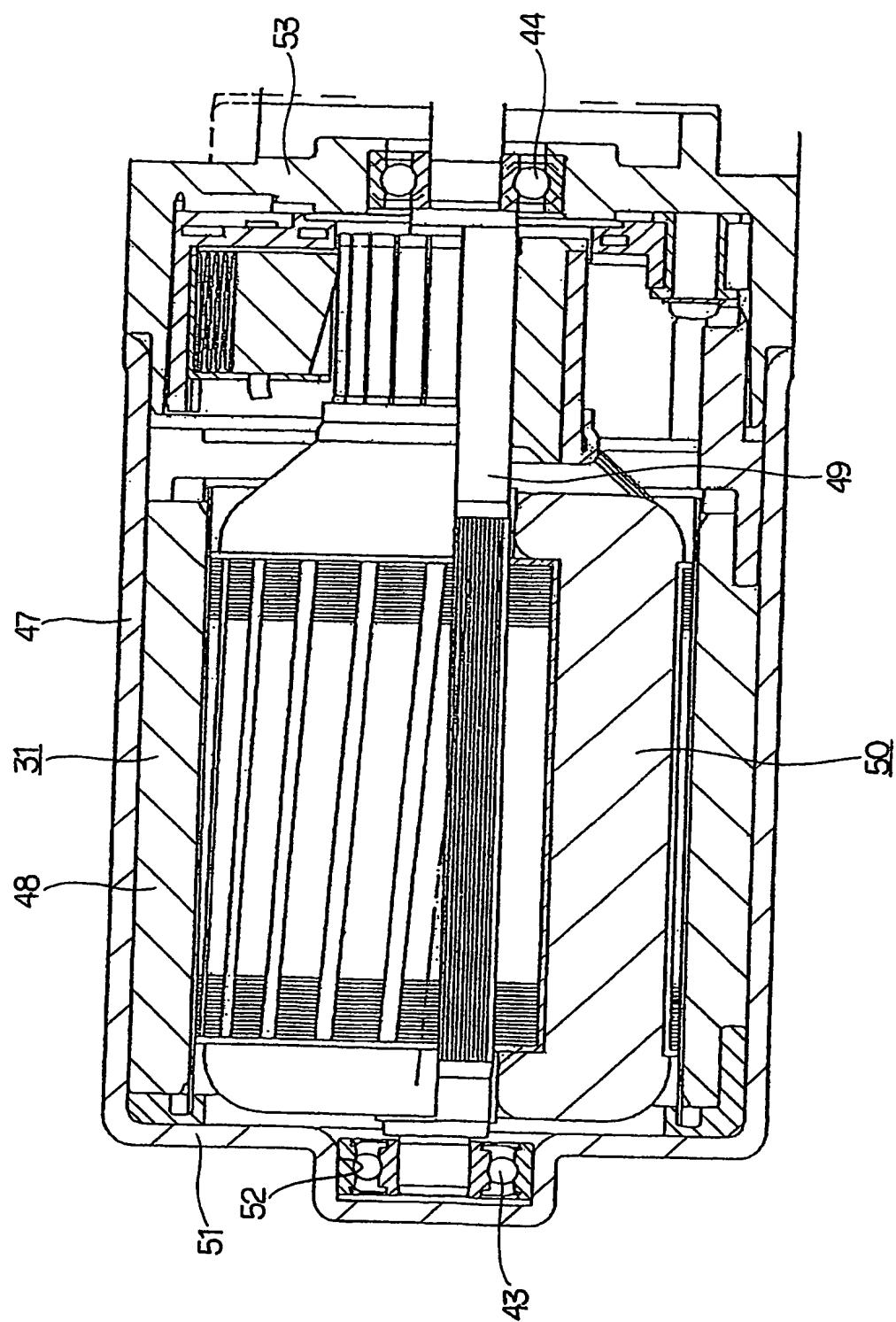
【図 2】



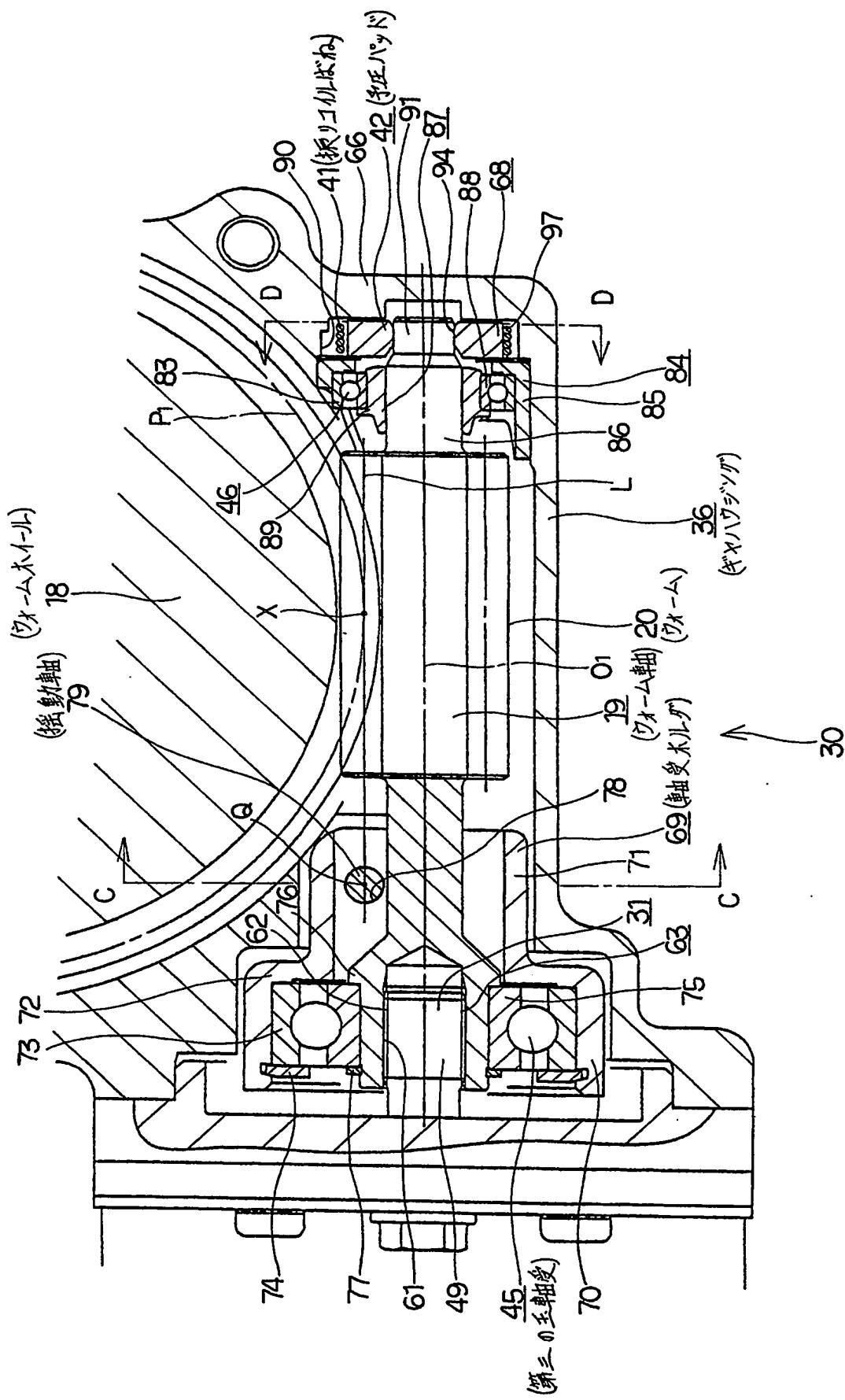
【図3】



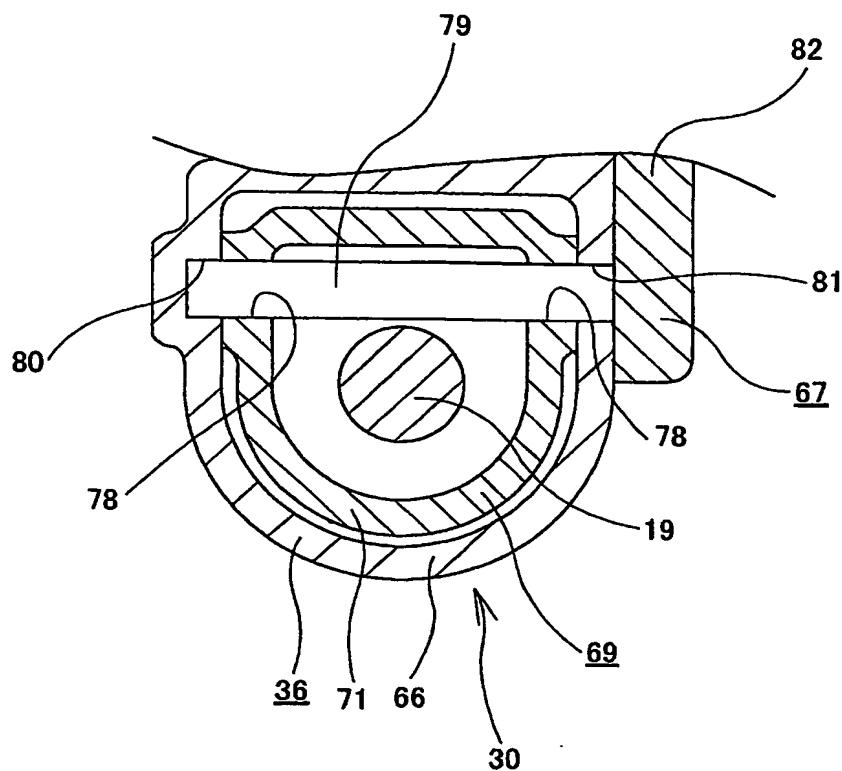
【図4】



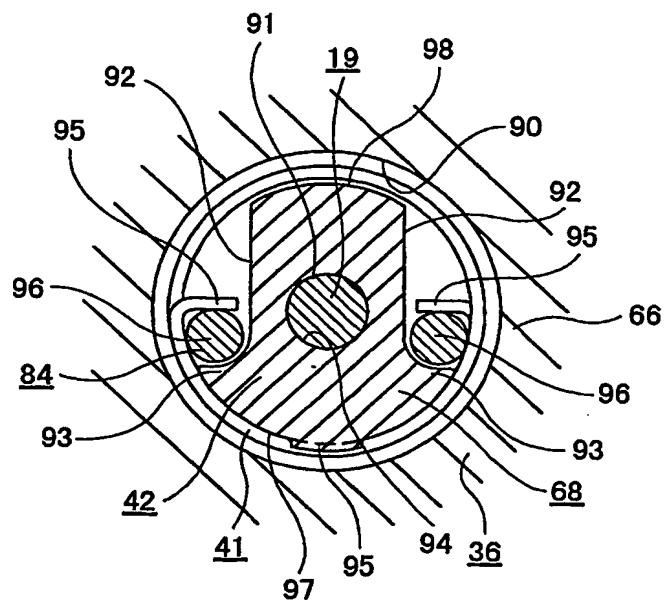
【図5】



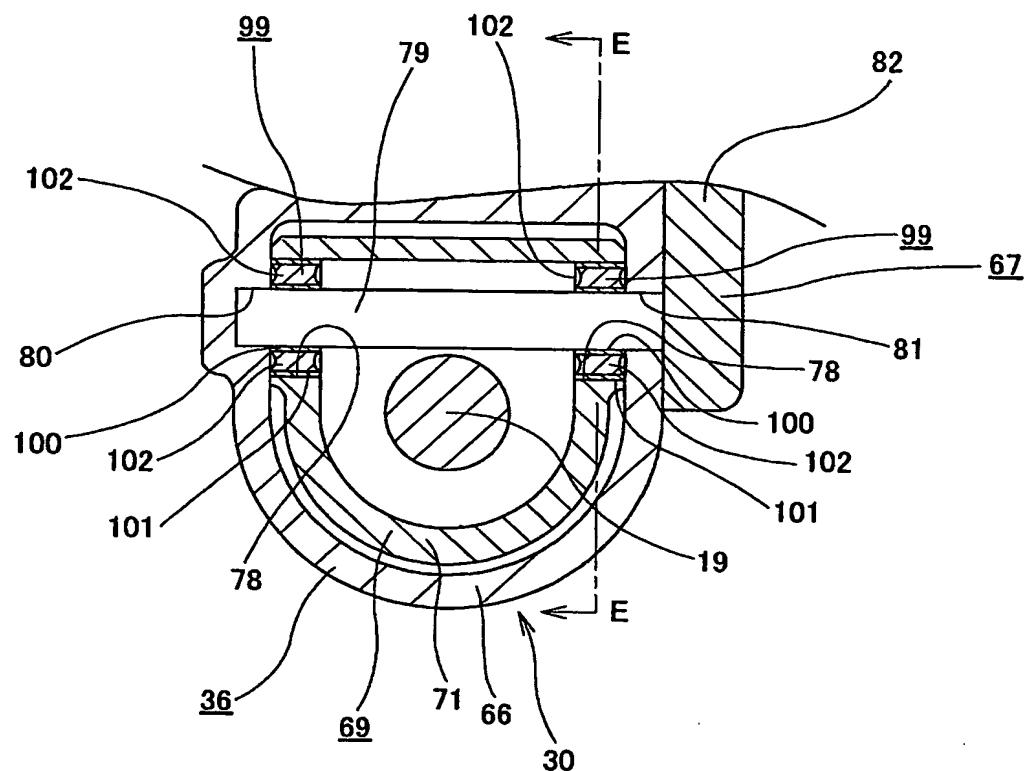
【図 6】



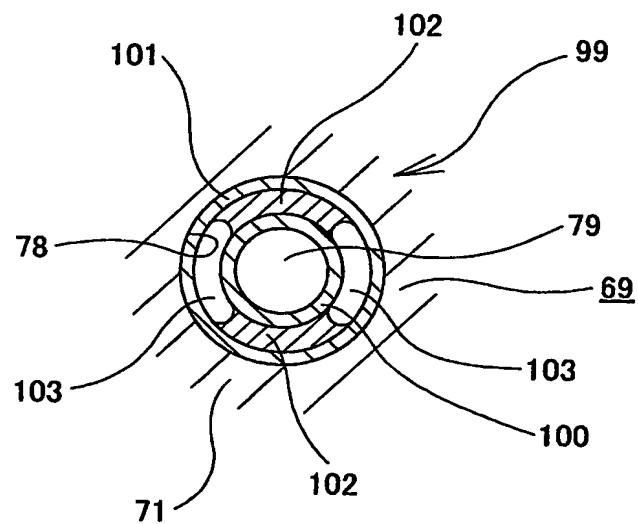
【図 7】



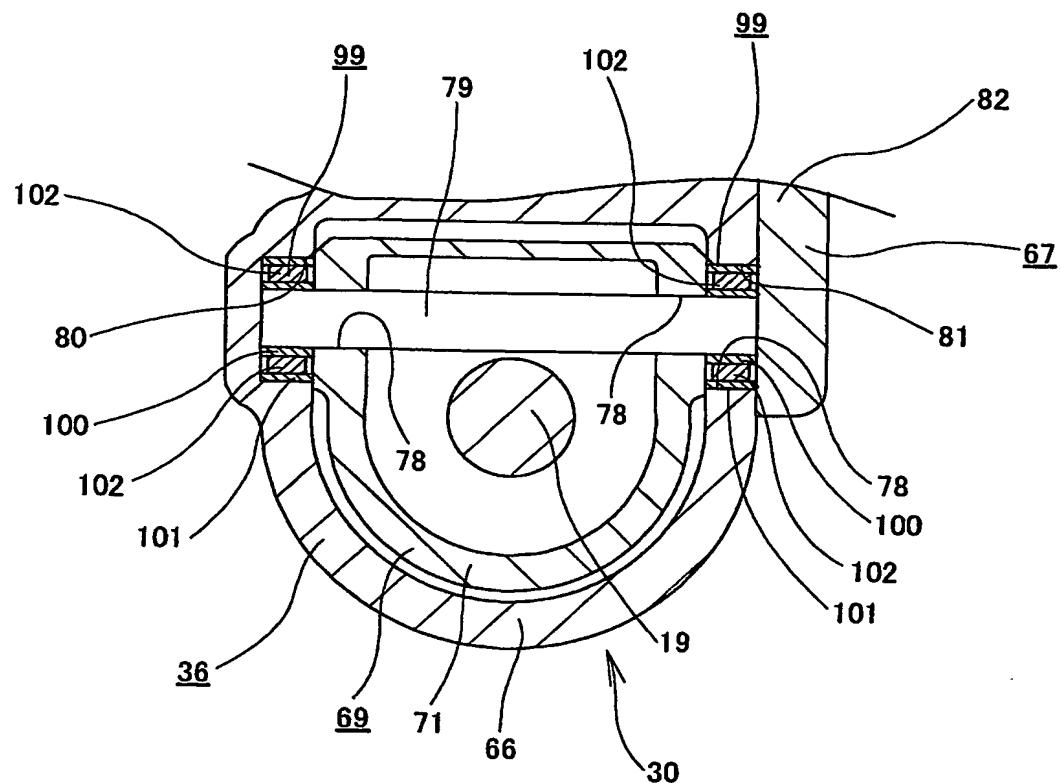
【図8】



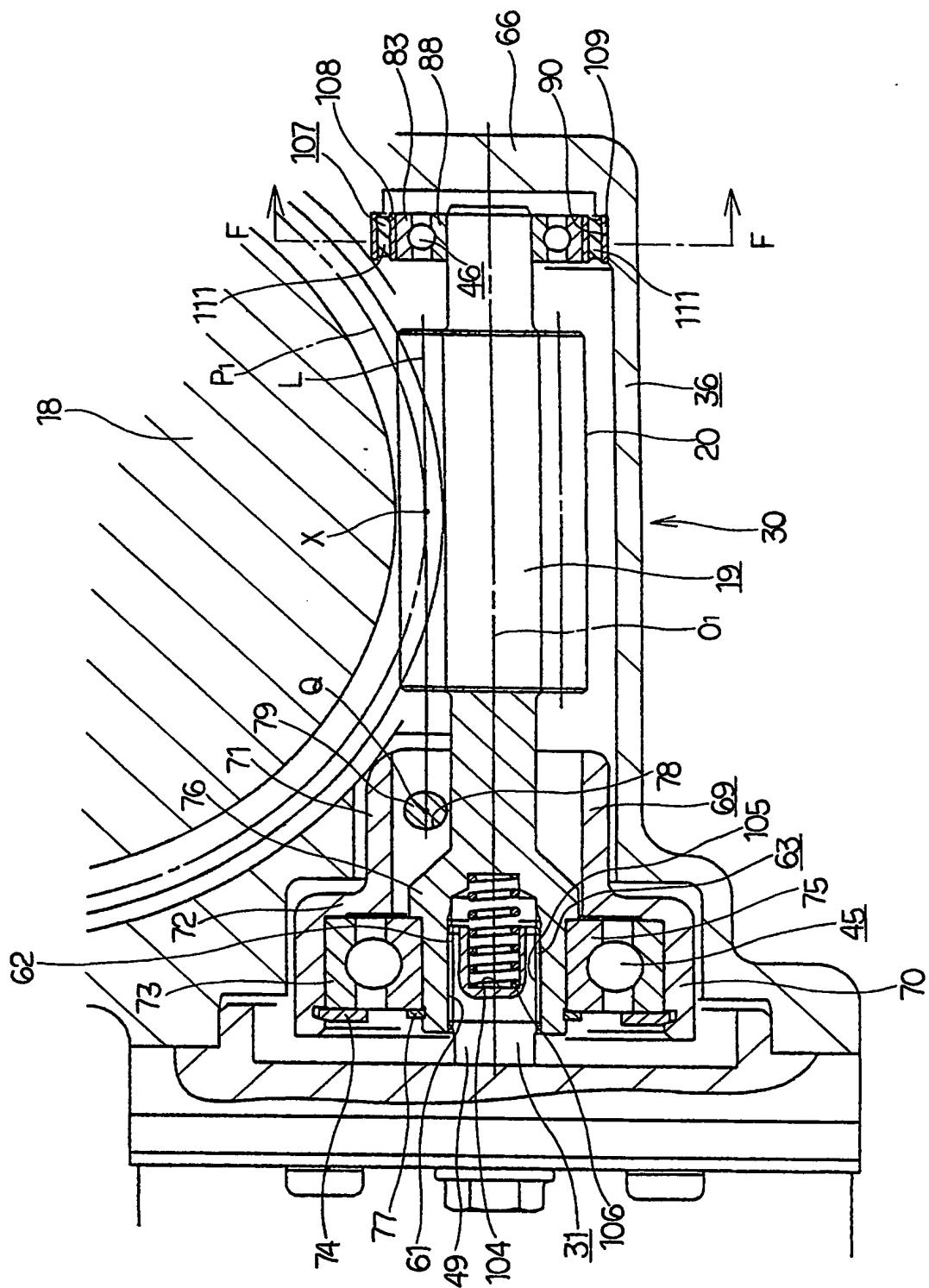
【図9】



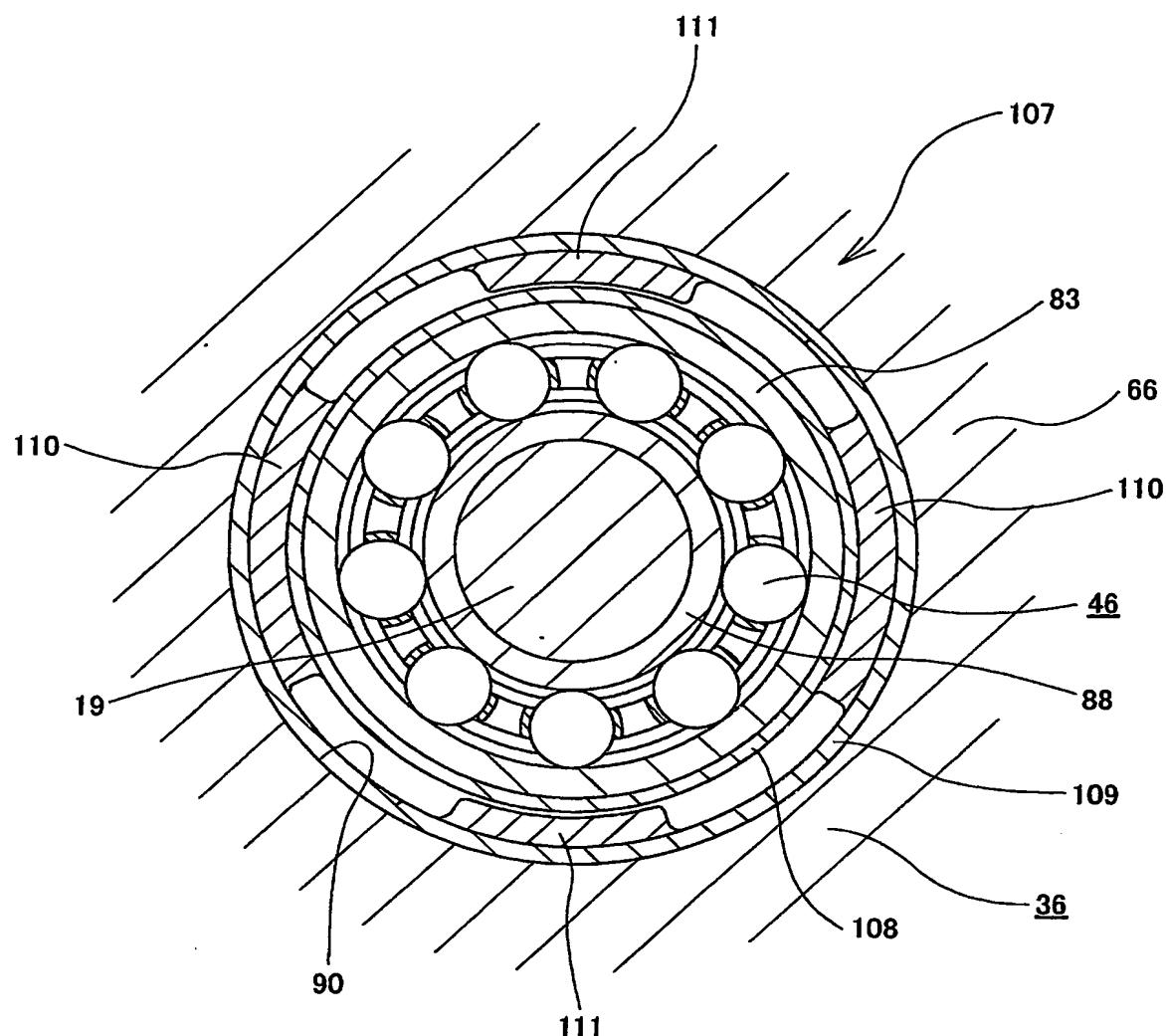
【図10】



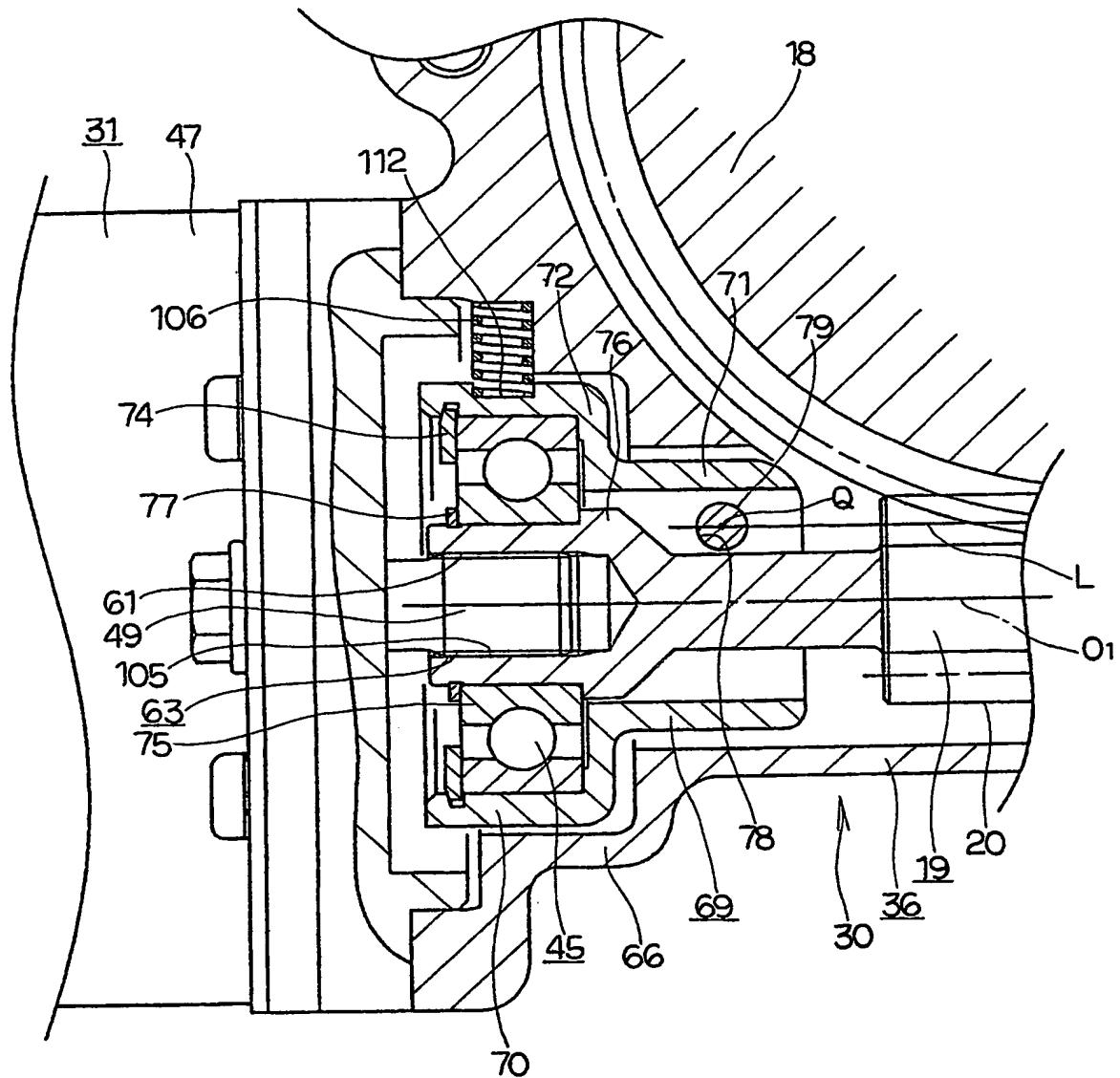
【図11】



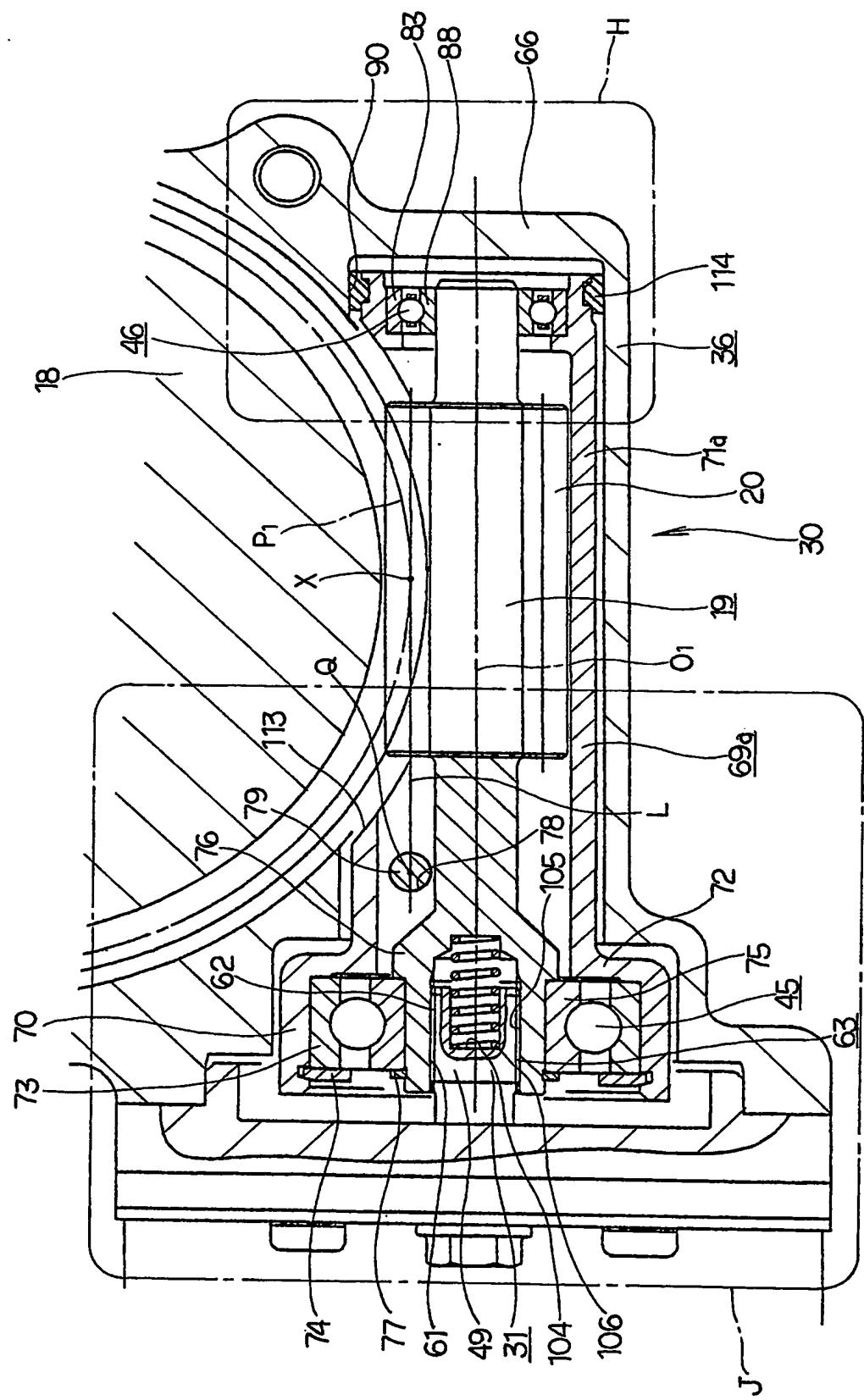
【図12】



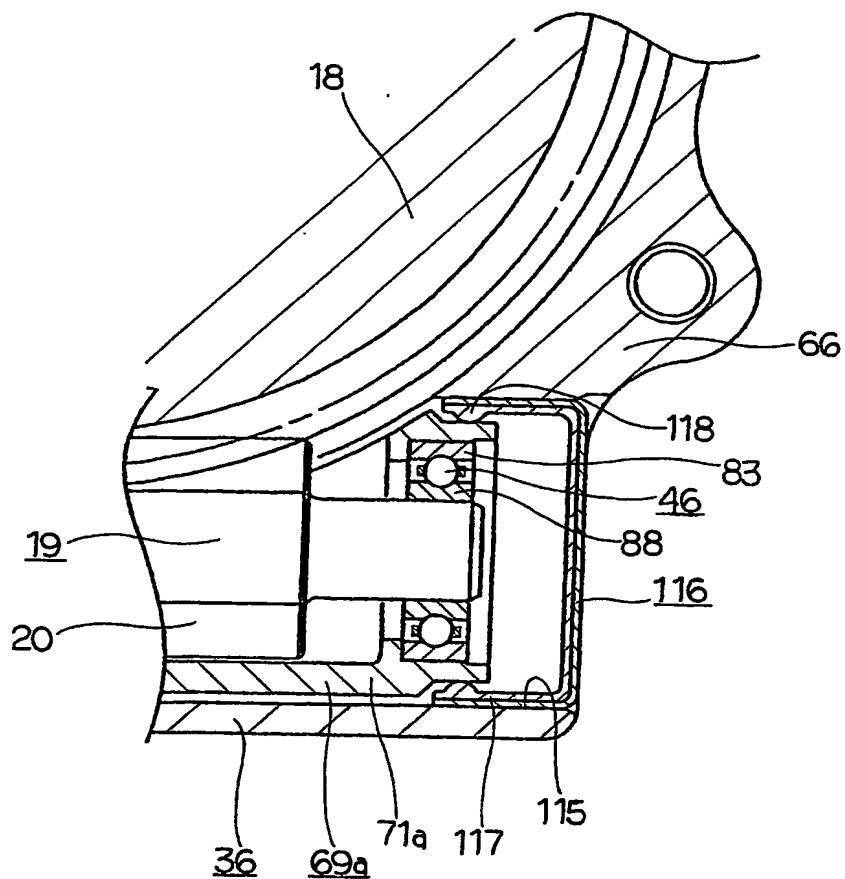
【図13】



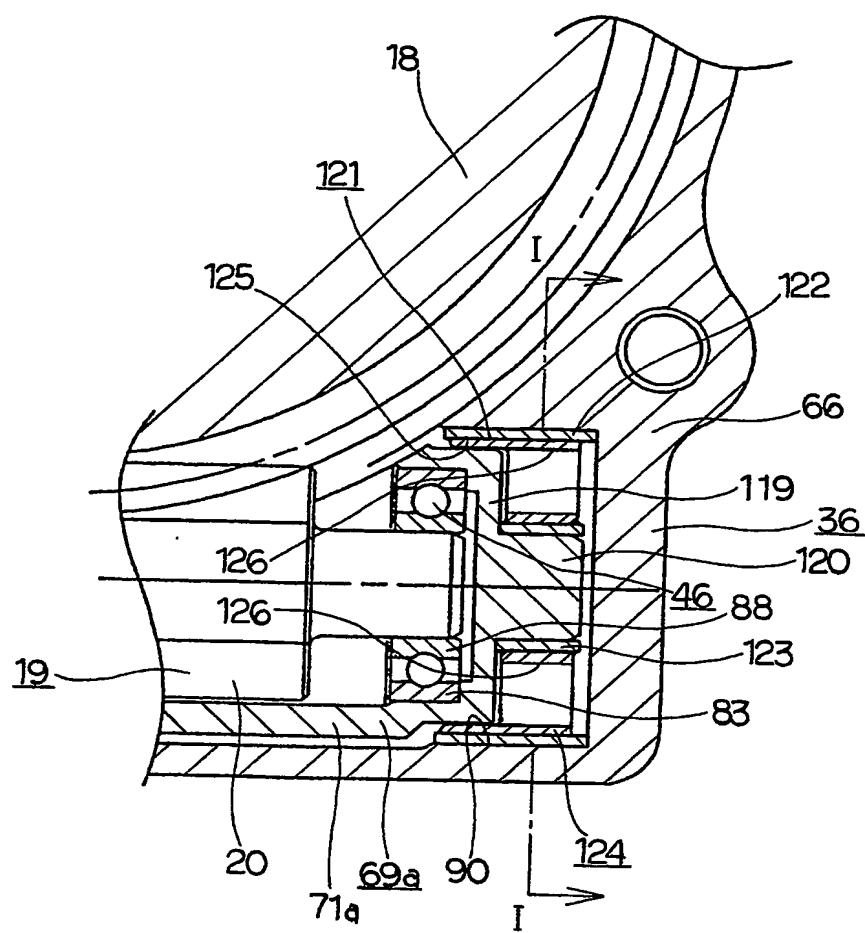
【図14】



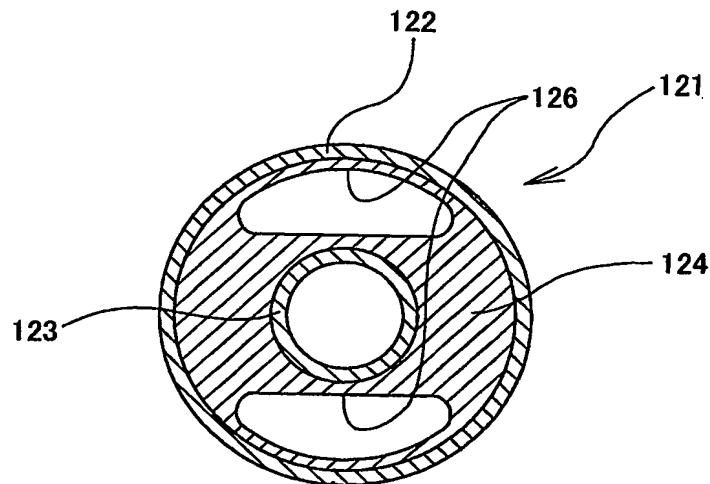
【図15】



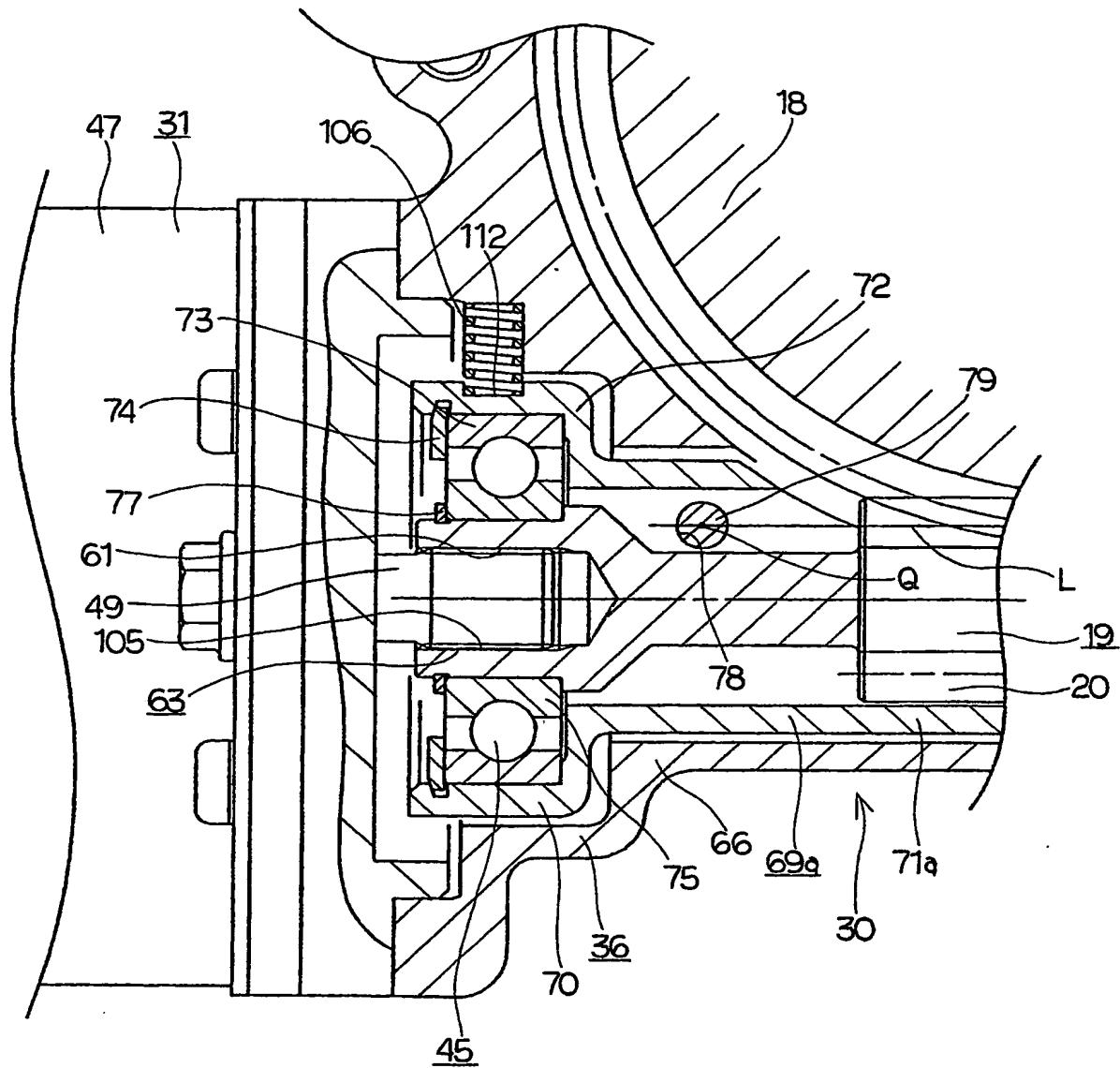
【図16】



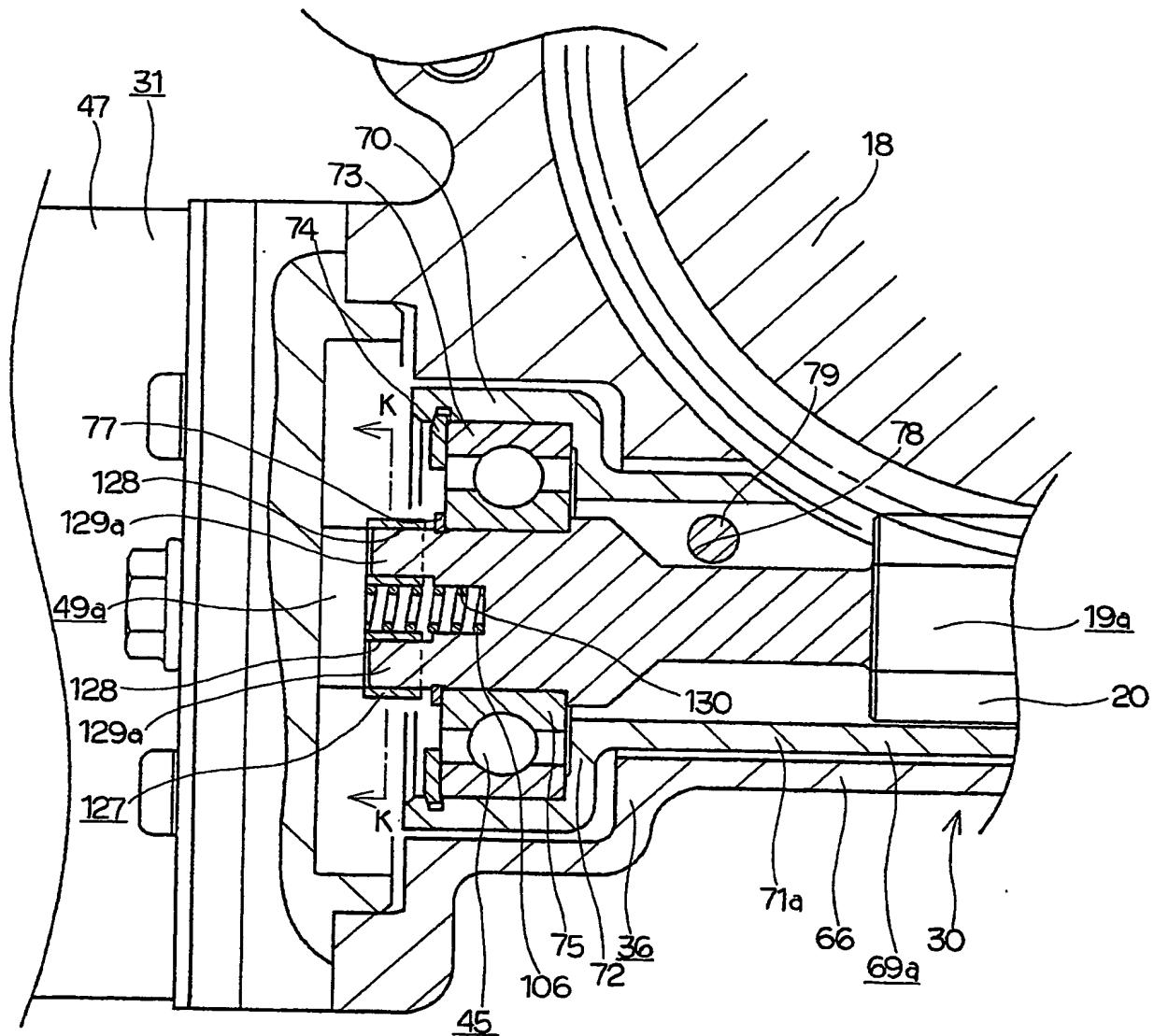
【図17】



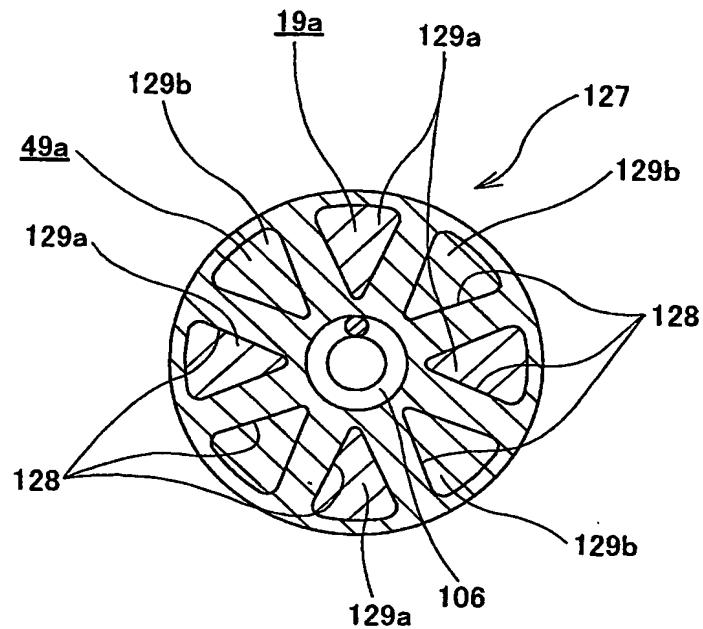
【図18】



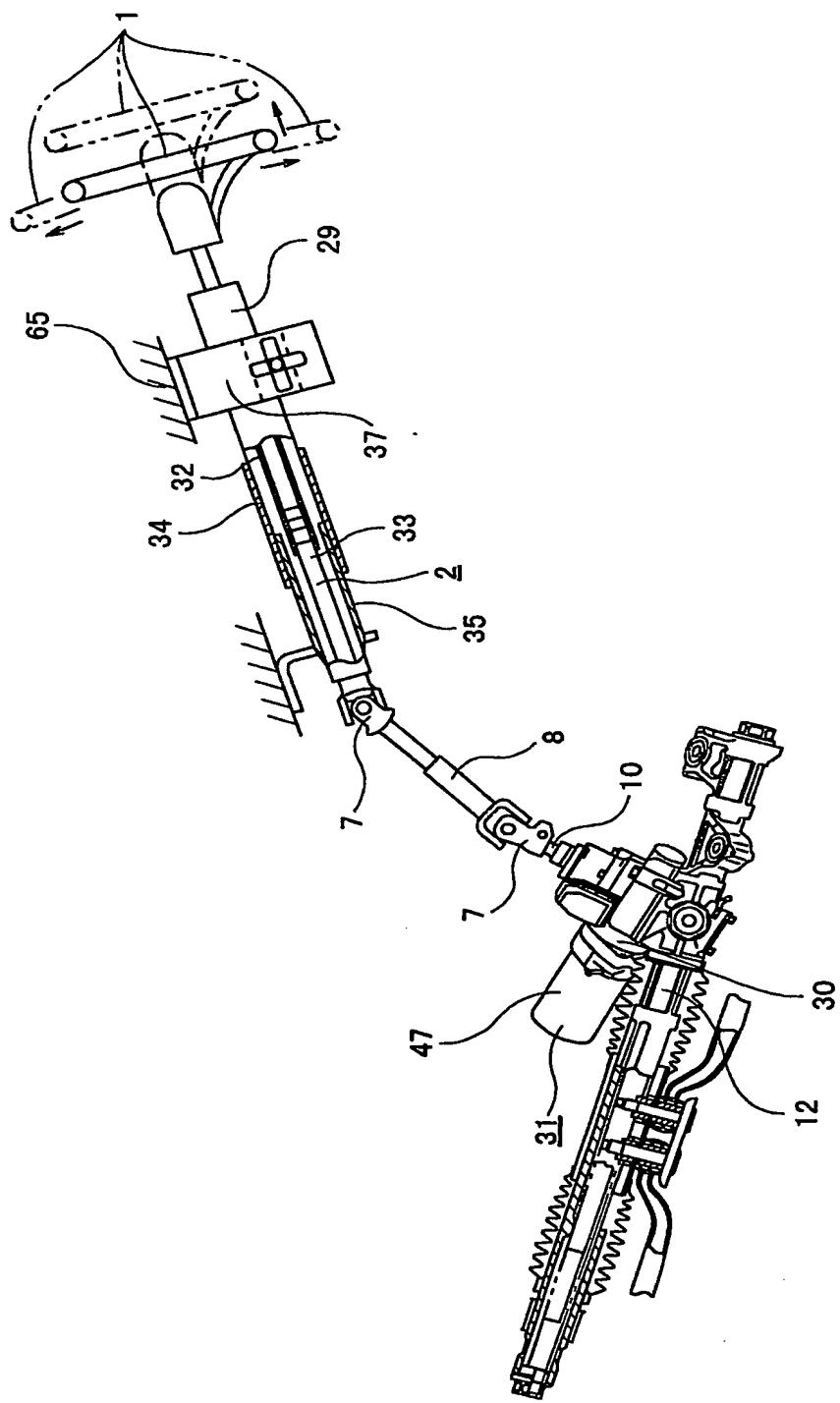
【図19】



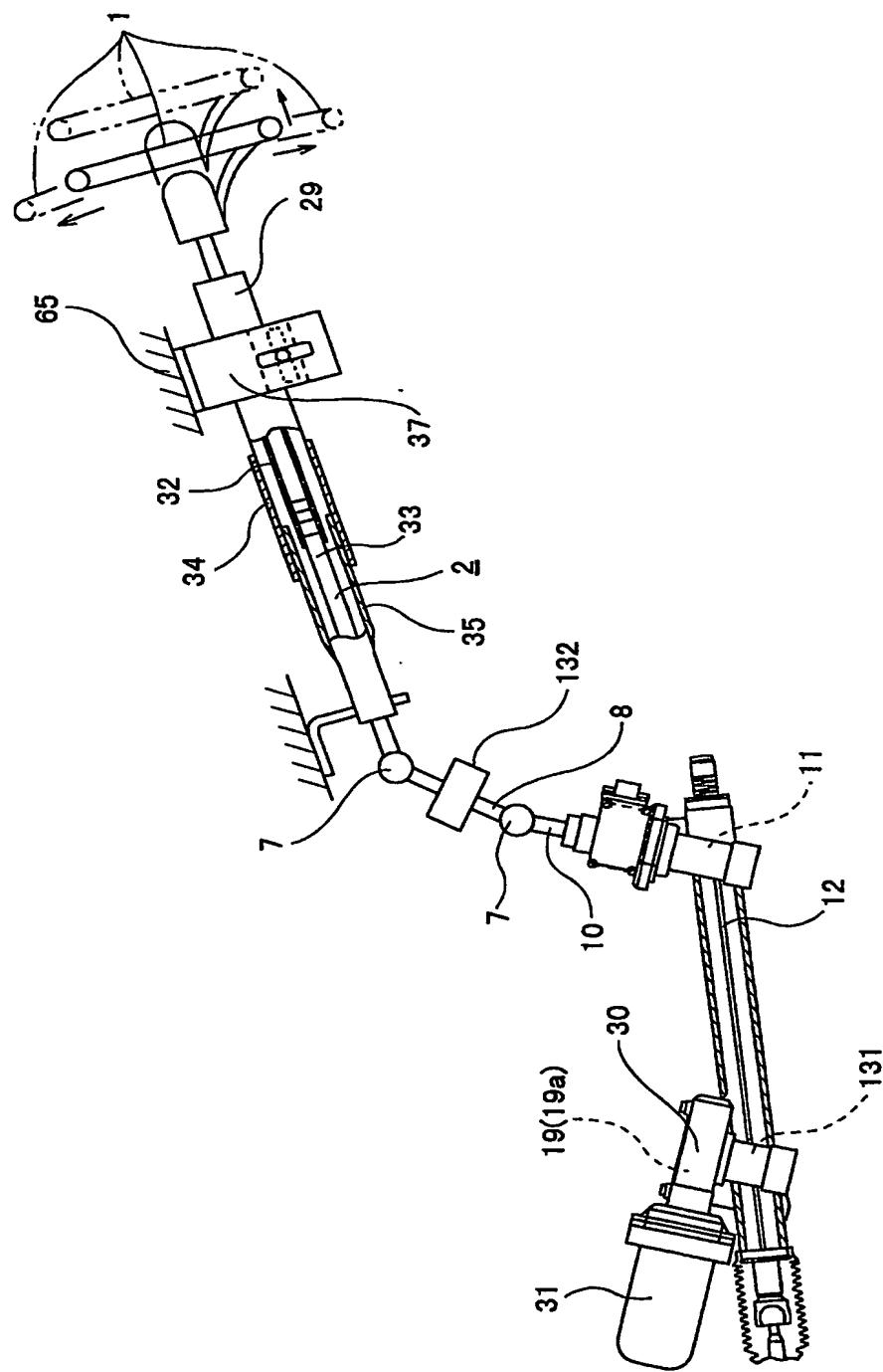
【図20】



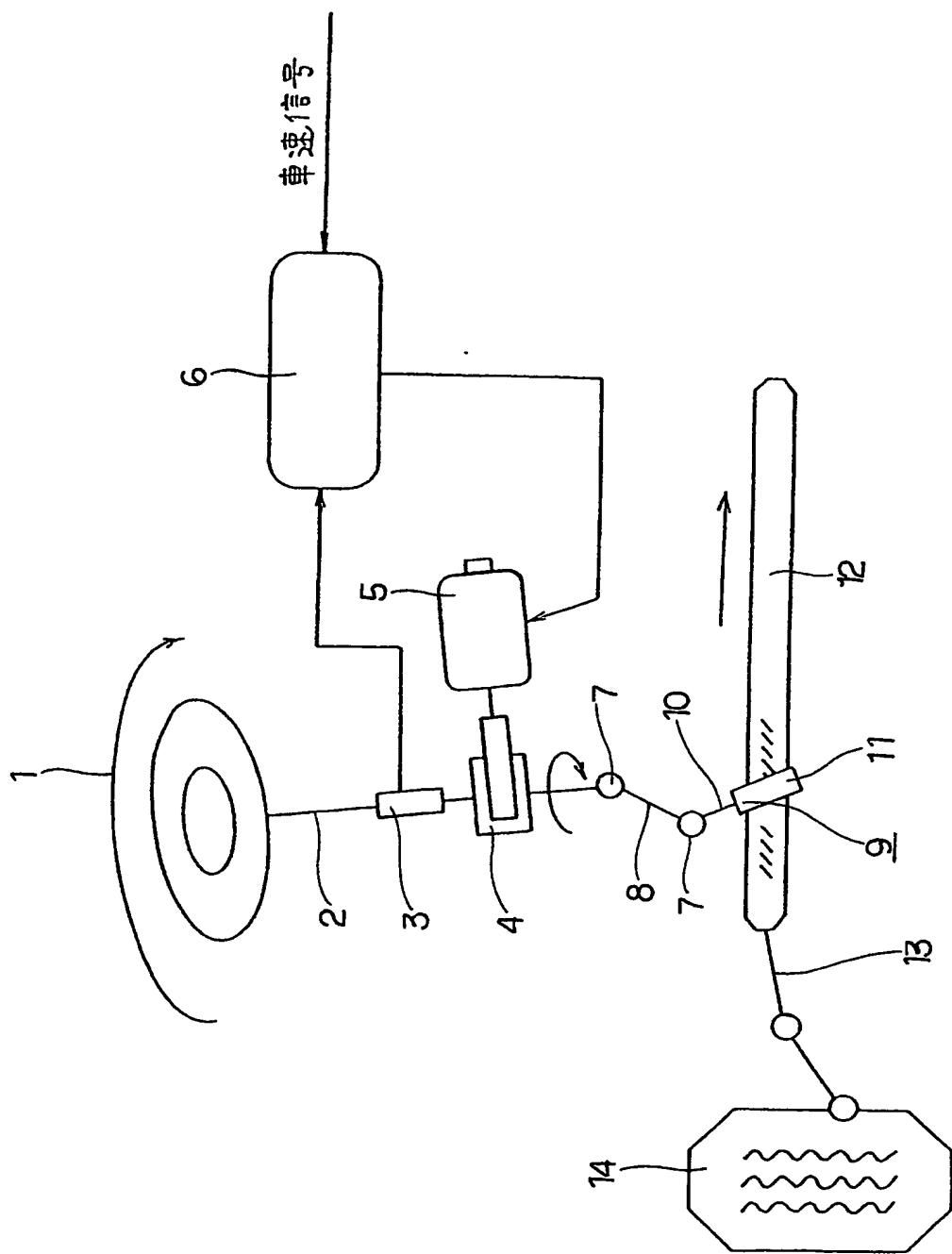
【図21】



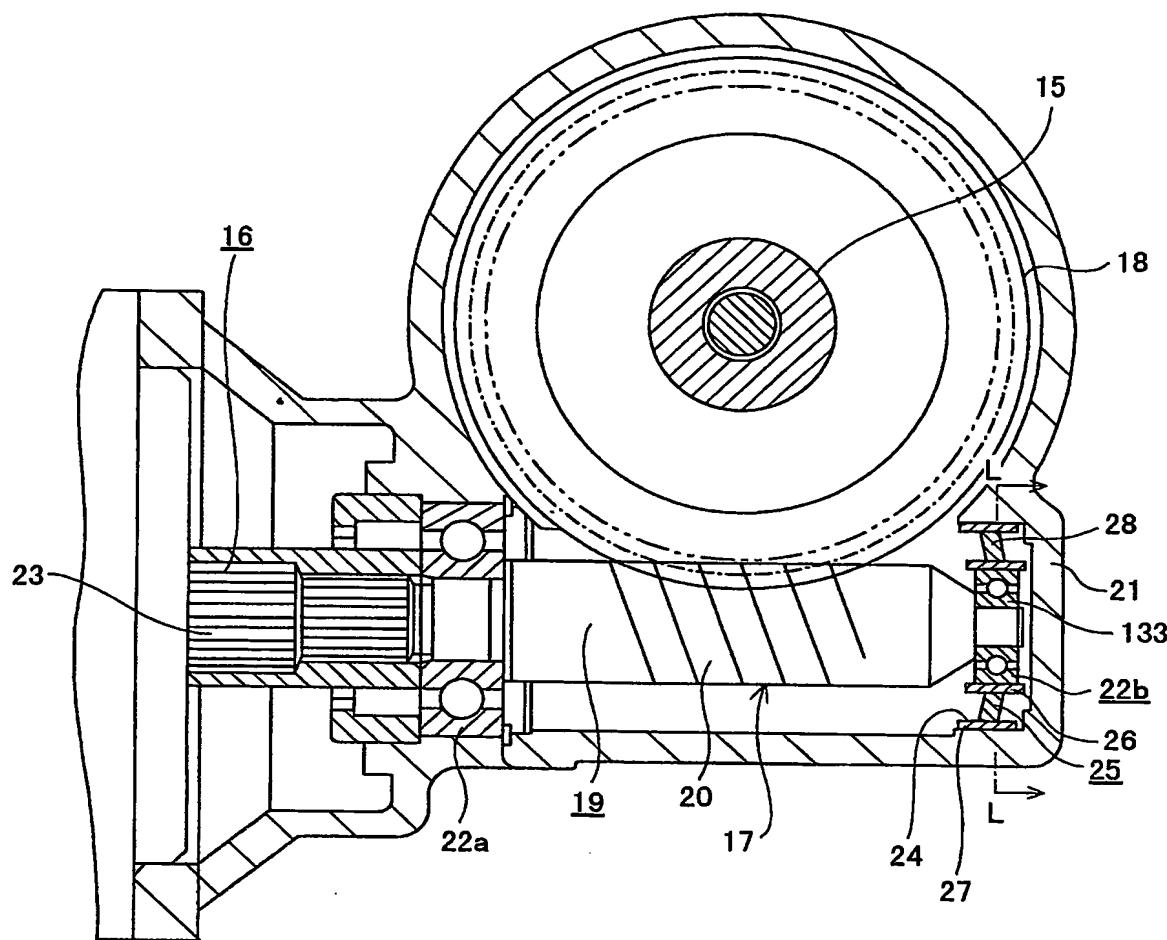
【図22】



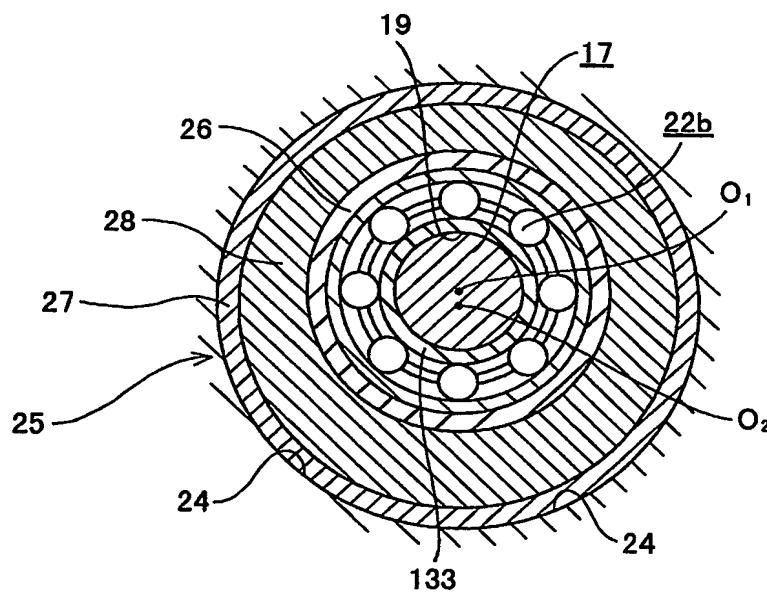
【図23】



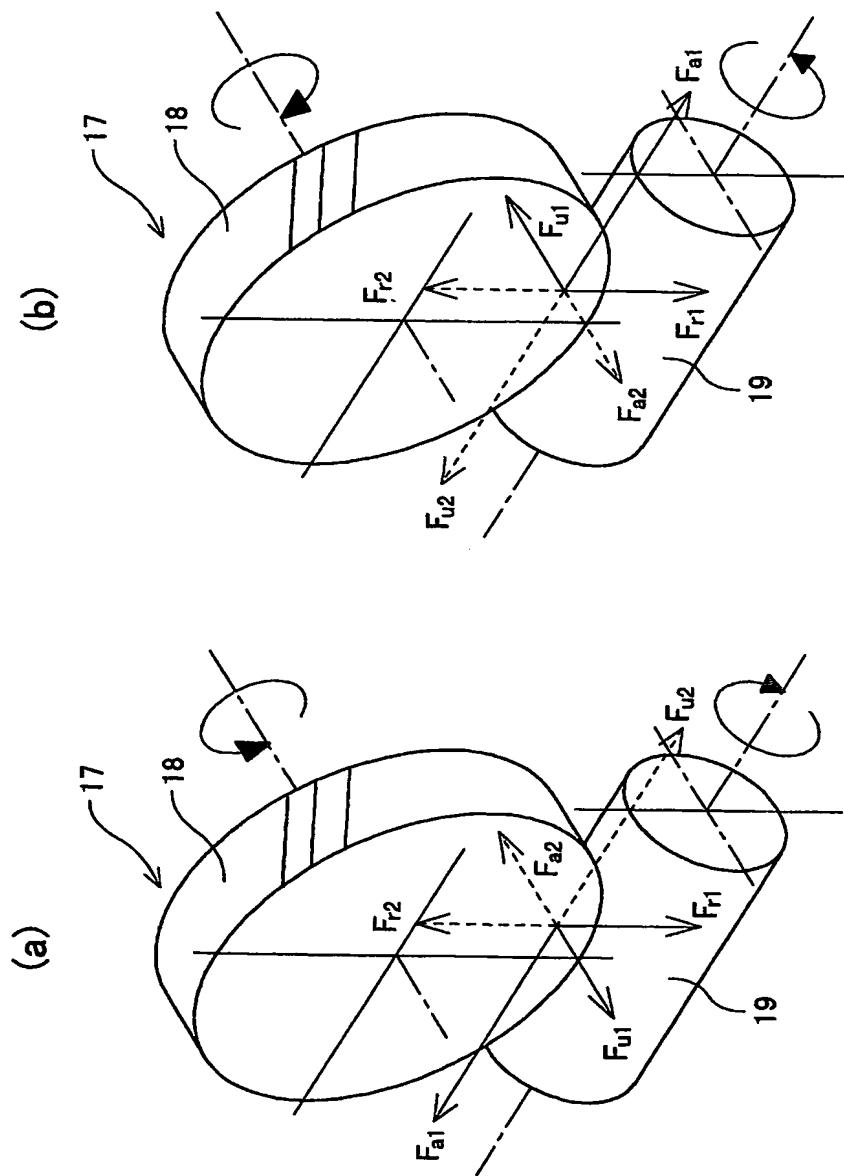
【図24】



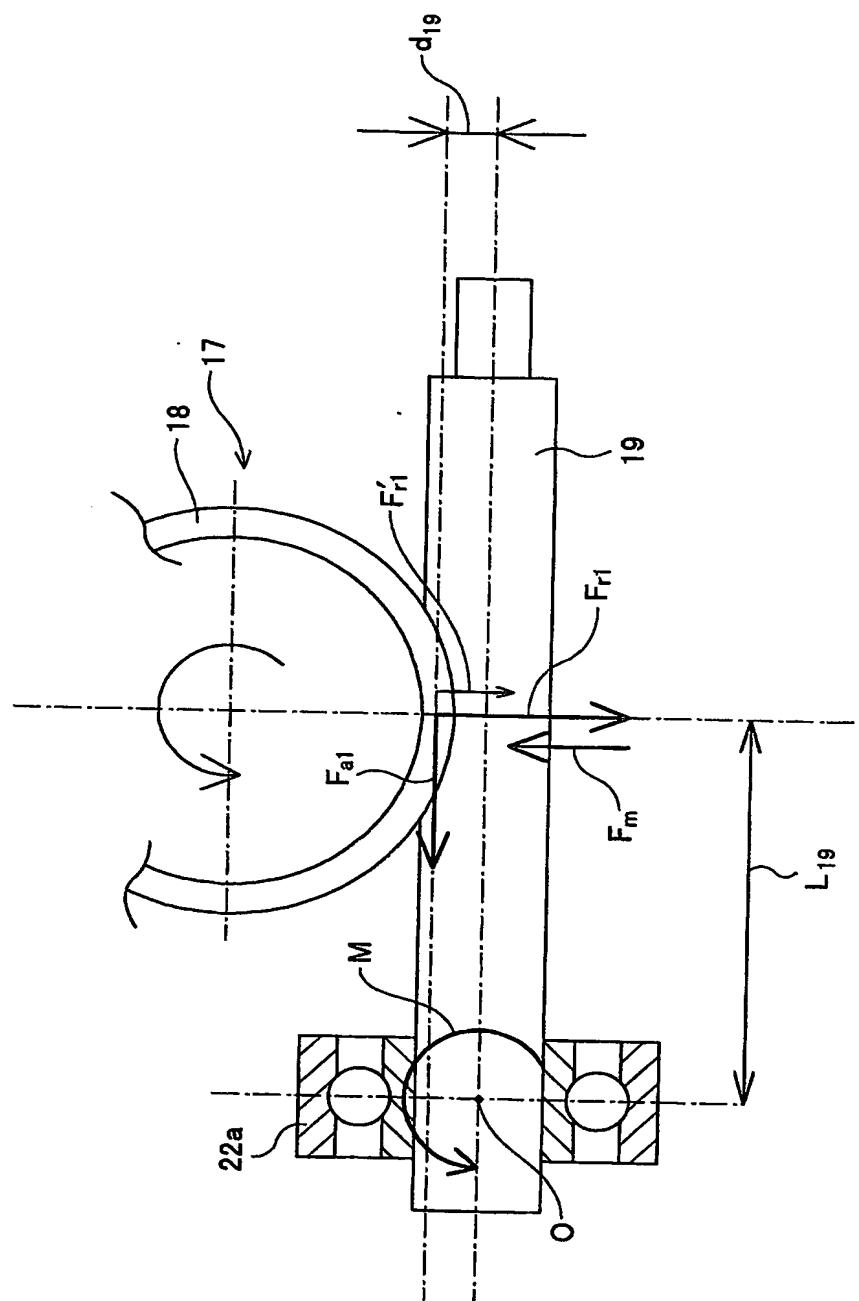
【図25】



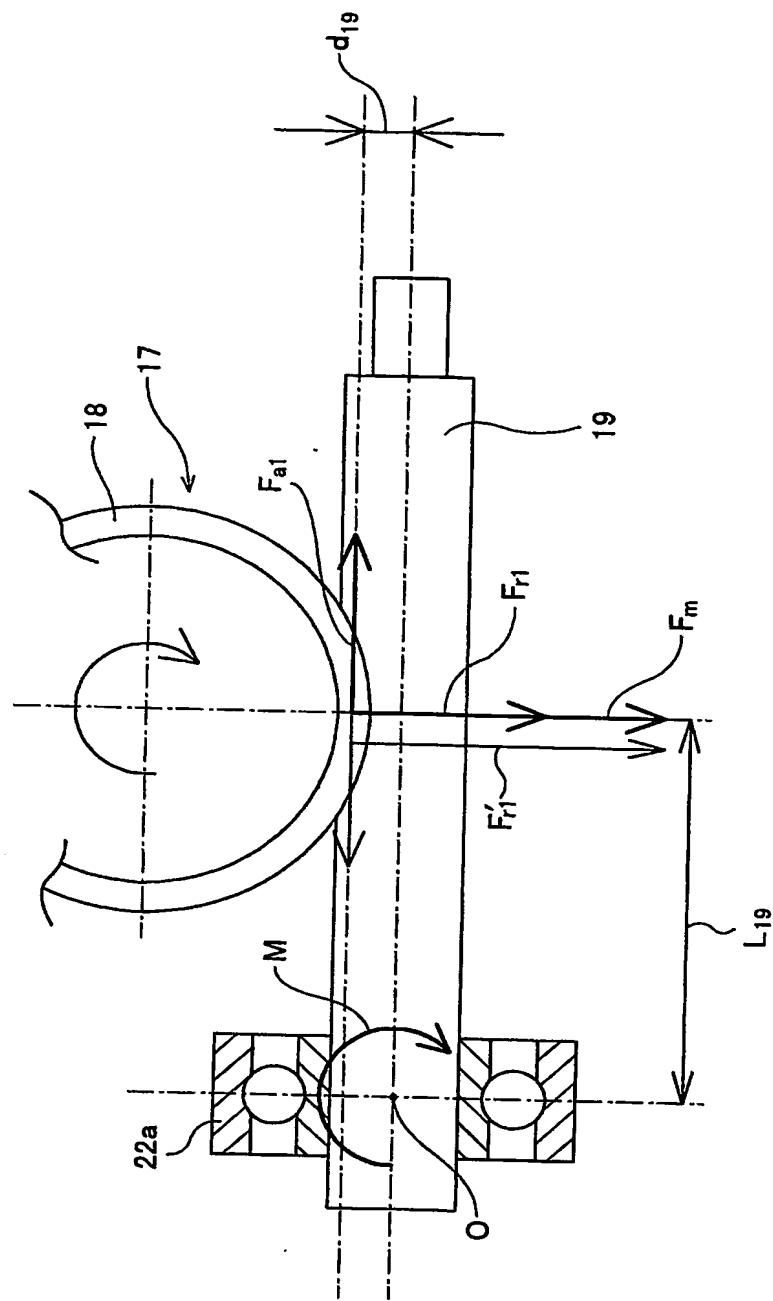
【図26】



【図27】



【図28】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 ウォームホイール18とウォーム軸19のウォーム20との噛合部での歯打ち音の発生を抑えると共に、ステアリングホイールを回転させるのに要する力や、このステアリングホイールの戻り性能の、両回転方向での差を抑える。

【解決手段】 摂りコイルばね41により、ウォーム軸19の先端部に、予圧パッド42を介してウォームホイール18に向かう方向の弾力を付与する。軸受ホルダ69に上記ウォーム軸19の基端部を、第三の玉軸受45により回転自在に支持すると共に、この軸受ホルダ69を、ギヤハウジング36に揺動変位を自在に支持する。この揺動変位の中心となる揺動軸79を、上記ウォーム軸19の中心軸o1上から上記ウォームホイール18側にずれた位置に、このウォームホイール18の中心軸と平行に設ける。

【選択図】 図5

出願人履歴情報

識別番号

[000004204]

1. 変更年月日

[変更理由]

1990年 8月29日

新規登録

住所

東京都品川区大崎1丁目6番3号

氏名

日本精工株式会社

特願 2003-271418

出願人履歴情報

識別番号 [302066629]

1. 変更年月日 2002年11月21日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都品川区大崎1丁目6番3号

氏名 NSKステアリングシステムズ株式会社